

Biblioteka
Główna
UMK Toruń

08483 | 2004

Urania

1/2004 (709)

tom LXXV

styczeń—luty

POSTĘPY ASTRONOMII

- Za kosmicznym horyzontem zdarzeń
- Misja Constellation-X
- Katastrofy astronautyczne
- Galeria zdjęć zorzy polarnej w Polsce



Galeria Uranii

Wzmożona aktywność naszej dziennej gwiazdy w ostatnich miesiącach dała możliwość oglądania efektownych zór polarnych oraz wielkich plam słonecznych, które można było dostrzec nieuzbrojonym okiem. Poniżej dwa zdjęcia zaplamionej tarczy Słońca przysłane przez naszych Czytelników



25.10.2003 godz. 10:29 CSE, $t_{eksp} = 1/500$ s. Reflektor Newtona 205/907 z telekonwerterem i filtrem obiektywowy. Fot. Mariusz Świętnicki

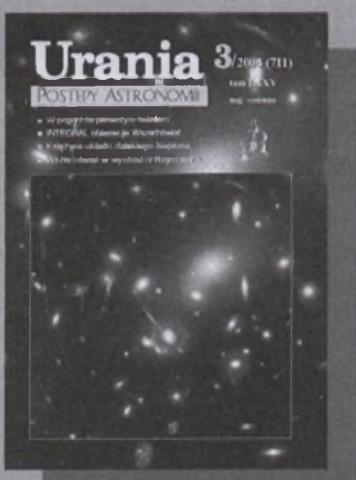
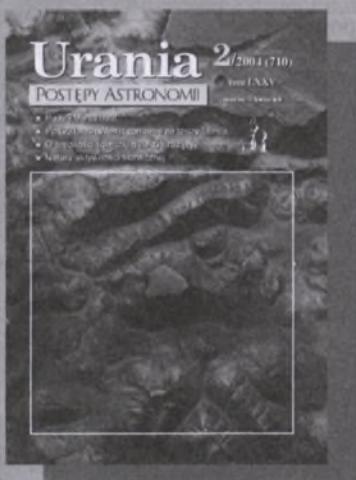
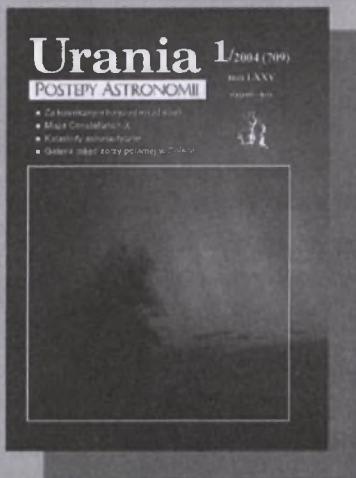


28.10.2003 godz. 10:12 CSE, $t_{eksp} = 1/500$ s. Projekcja przez teleskop 200/1000 z telekonwerterem i filtrem obiektywowy. Fot. Arkadiusz Pilarczyk



W Galerii Uranii z numeru 3/2003 zamieściliśmy zdjęcie Słońca zachodzącego za wierzchołkami Tatr, wykonane z odlegiej połoniny bieszczadzkiej. Autorowi tamtego zdjęcia, Mariuszowi Świętnickiemu, udało się kolejne, bardziej efektowne ujęcie, choć z mniejszej odległości, bo „tylko” 120 km od Tatr, z góry Kamionka (639 m n.p.m.) ok. 20 km na południe od Krosna. Prezentowane powyżej zdjęcie zostało wykonane 19 października 2003 r. Pierwszym szczytem widocznym od lewej jest Łomnica, na wierzchołku której widać budynek obserwatorium słonecznego

Rocznik 2004 tom LXXV



Urania

POSTĘPY ASTRONOMII

INDEKS AUTORÓW

- Bajtlik Stanisław, 25
Banaszkiewicz Marek, 196
Biała Jadwiga, 74, 76
Błaszkiewicz Leszek P., 154
Bogusz Sławomir, 161, 277
Butcher Harvey, 4
Chrupała Henryk, 166
Chyży Krzysztof, 22
Czart Krzysztof, 122
Dąbrowski Bartosz, 69
Domański Juliusz, 35, 83, 85, 130, 230, 274
Drążkowska Joanna, 48, 96, 144, 192, 240, 288
Drążkowski Jacek, 34, 47, 95, 143, 175, 231, 287
Dworak T. Zbigniew, 11, 45, 46, 108, 158, 179, 194, 232, 244, 286
Egert Marcin, 252
Filipek Marcin, 226
Flin Piotr, 124
Gołębiowski Marek, 21, 82, 118, 120, 172, 212, (6)o.IV
Graczyk Dariusz, 30, 78, 126, 170, 217, 266
Gurdziel Agnieszka, 272
Hanasz Michał, 232
Hełminiak Krzysztof, 148
Inglot-Siemaszko Maria, 271
Janiuk Agnieszka, 104
Jarzębowski Tadeusz, 56
Jaskulska Krystyna, 272
Kamiński Tomasz, 61, 259
Kosiński Rafał, 206
Krasiński Andrzej, 6
Kruczkowska Karolina, 272
Kuczyński Jerzy, 58
Marks Andrzej, 98, 121, 194
Michalec Adam, 271
Michałowska-Smak Anna, 128
Mietelski Jan, 177
Nelle Dariusz W., 26, 228
Olech Arkadiusz, 180
Pilska-Piotrowska Magdalena, 116
Rek Radosław, 211
Rochowicz Krzysztof, 100, 164, 265
Rudnicki Konrad, 27, 225
Rumszewicz Maria, 112
Sarwa Weronika, 14
Schilling Kazimierz, 220
Schreiber Roman, 48, 96, 144, 192, 240, 288
Skórzyński Wiesław, 32, 94, 141, 190, 229, 276
Smak Józef, 128
Stachniewicz Sławomir, 270
Ściężor Tomasz, 38, 40, 80, 88, 136, 184, 226, 233, 280
Śróbk-Kubiak Małgorzata, 220
Wirkus Piotr, 272
Włodarczyk Jarosław, 176
Woszczyk Andrzej, 1, 49, 97, 145, 195, 241, 269
Wóltański Dominik, 246
Zawada Karolina, 22, 24, 52, 73, 119, 172, 173
Zdziarski Andrzej A., 174, 196
Zegler Ewa, 129
Zielinski Janusz B., 196
Złoczewski Kamil, 125



INDEKS PRZEDMIOTOWY

Artykuły

Astrolabium — krótkie wprowadzenie <i>Marcin Egert</i>	252	Teoria dynamo, czyli istnienie pola magnetycznego we Wszechświecie <i>Rafał Kosiński</i>	206
Cztery hipotezy o pochodzeniu Księżyca <i>T. Zbigniew Dworak</i>	158	W pogoni za pierwszym światłem — najodleglejsze galaktyki we Wszechświecie <i>Krzysztof Rochowicz</i>	100
INTEGRAL obserwuje Wszechświat <i>Agnieszka Janiuk</i>	104	Za kosmicznym horyzontem zdarzeń <i>Andrzej Krasiński</i>	6
Jak Rzymianin wyobrażał sobie Wszechświat Maria Rumszewicz	112	Rozmaistości	
Jak w Polsce obserwowano przejście Wenus przez Słońce <i>Magdalena Pilska-Piotrowska</i>	116	Astronomowie odkryli najbliższą Drogi Mlecznej galaktykę, <i>Krzysztof Chyży</i>	22
Katastrofy astronautyczne <i>T. Zbigniew Dworak</i>	11	Będzie potrójny wyjście? <i>Andrzej Marks</i>	121
Księżyce układu dalekiego Neptuna <i>T. Zbigniew Dworak</i>	108	Długie mroczne lata, <i>Karolina Zawada</i>	119
Masery SiO w otoczkach gwiazdowych <i>Leszek P. Błaszkiewicz</i>	154	Koniec północnej dominacji <i>Marek Gołębiewski</i>	21
Mgławice planetarne w promieniach X <i>Dominik Wóltański</i>	246	Kosmiczne szkło powiększające <i>Karolina Zawada</i>	173
Misja Constellation-X <i>Weronika Sarwa</i>	14	Niezwykła misja, <i>Juliusz Domański</i>	85
Modele standardowe <i>T. Zbigniew Dworak</i>	244	Nowe duże obiekty Pasa Kuipera <i>Krzysztof Czart</i>	122
Na podbój Marsa <i>Karolina Zawada</i>	52	Pierwsze żniwa na nowym polu Hubble'a <i>Krzysztof Rochowicz</i>	265
Natura aktywności słonecznej <i>Bartosz Dąbrowski</i>	69	Plejady — daleko czy blisko? <i>Marek Gołębiewski</i>	82
O prędkości ucieczki galaktyk... <i>Jerzy Kuczyński</i>	58	Podczerwone rozbłyski z czarnej dziury w sercu Galaktyki, <i>Karolina Zawada</i>	22
Obiekty Herbiga-Haro <i>Tomasz Kamiński</i>	259	Pogromcy duchów, czyli burzliwe życie ciemnej materii <i>Marek Gołębiewski</i>	21
Plamy, cykle i minima <i>Radosław Rek</i>	211	Pośrednie czarne dziury <i>Andrzej Zdziarski</i>	174
Po 122 latach Wenus ponownie na tarczy Słońca <i>Tadeusz Jarzębowski</i>	56	Pulsarowa para, <i>Karolina Zawada</i>	172
Promieniowanie decymetrowe Jowisza <i>Tomasz Kamiński</i>	61	Taikonauta w kosmosie <i>Karolina Zawada</i>	24
Przemówienie do Polskiego Towarzystwa Astronomicznego <i>Harvey Butcher</i>	4	Trzy lata OSIRIS-a, <i>Marek Gołębiewski</i>	172
Satelity Drogi Mlecznej ...czyli co się stanie, gdy podejdziesz za blisko <i>Krzysztof Helminiak</i>	148	Tytan — stare zagadki, nowe wyzwania <i>Marek Gołębiewski</i>	118
Strategia badań i wykorzystania przestrzeni kosmicznej w Polsce w warunkach członkostwa w Unii Europejskiej <i>Janusz B. Zieliński, Marek Banaszkiewicz, Andrzej A. Zdziarski</i>	196	Wenus za Księzcem, Wenus przed Słońcem <i>Widoki na Phoebe, Marek Gołębiewski</i>	153
		Własne obserwatorium astronomiczne naprawdę tanim kosztem, <i>Sławomir Bogusz</i>	161
		Wykopana supernowa <i>Marek Gołębiewski</i>	212
		XMM-Newton zwątpił w ciemną energię <i>Karolina Zawada</i>	73
		Zagadkowe życie pierścieni Saturna <i>Marek Gołębiewski</i>	120
		Zanieczyszczenie świetlne, <i>Tomasz Ściążor</i>	80

W kraju

25 lat Centrum Astronomicznego im. M. Kopernika, PAN w Warszawie, Stanisław Bajtlik	25
30 lat MMSA i OMSA Kazimierz Schilling, Małgorzata Śróbka-Kubiak	220
Czwarty Obóz Szkoleniowo-Obserwacyjny PTMA Sławomir Stachniewicz	270
Dąbrowscy miłośnicy astronomii zorganizowali pokazy przejścia Wenus na tle tarczy Słonecznej Dariusz W Nelle	228
Dziewiąte bieszczadzkie spotkania dyskusyjne Adam Michalec	271
II Seminarium Meteorotypowe, Olsztyn 24-26 kwietnia 2003 r. Jadwiga Biała	74
Konferencja Meteorotypowa, Poznań 2004 Agnieszka Gurdziel, Karolina Kruczkowska	272
Obserwacja efektów brzegowych w czasie tranzytu Wenus 8 czerwca 2004 Tomasz Ściążor, Marcin Filipk	226
Obserwatorium i Planetarium Akademii Świętokrzyskiej w Kielcach, Piotr Flin	124
Patrz w niebo i... pod nogi!, Jadwiga Biała	76
V Konferencja Sekcji Obserwatorów Komet PTMA Tomasz Ściążor	38
XLVII Olimpiada Astronomiczna Henryk Chrupała	166
XX Ogólnopolskie Młodzieżowe Seminarium Astronomiczne w Grudziądzu Krzysztof Rochowicz	129
XX Seminarium PKiM, Ewa Zegler	272
XXXII Zjazd Towarzystwa Obserwatorów Słońca Piotr Wirkus, Krystyna Jaskulska	26
Z Dąbrowy Górnictwa bliżej do gwiazd... Dariusz W. Nelle	125
Zbieramy meteoraty...na niebie Kamil Złotkowski	180
Złapać spadającą gwiazdę, Arkadiusz Olech	

In Memoriam

Aniela Dziewulska-Łosiowa (1916-2004) Anna Michałowska-Smak, Józef Smak	128
Profesor Fred Lawrence Whipple 1906–2004 Andrzej Woszczyk	269
Prof. Jerzy Dobrzycki (1927–2004) Jarosław Włodarczyk	176
Helena Wilma z Buzków Jaśko (1913–2004) Jan Mietelski	177

Sylwetki polskich astronomów

125 urodziny Tadeusza Augusta Rakowieckiego — hajnowskiego astronoma Konrad Rudnicki	27
--	----

Astronomia w szkole

Analiza wymiarowa w nauczaniu fizyki i astronomii Juliusz Domański	230
Astronomia w podręczniku dla szkół ponadgimnazjalnych Juliusz Domański	83
Astronomiczne doświadczenia z fizyki (Seminarium 2003) Juliusz Domański	35
Diagram H-R w nauczaniu przedmiotu fizyka i astronomia Juliusz Domański	130
Słońce i inne gwiazdy Juliusz Domański	274
Trochę astronomii na lekcjach informatyki Jacek Drażkowski	34
Zadania XLVII Olimpiady Astronomicznej	168

Poradnik obserwatora

Wiesław Skórzyński	
Interesujące obiekty: Andromeda	32
Interesujące obiekty: Baran, Bliźnięta	94
Interesujące obiekty: Byk, Cefeusz	141
Interesujące obiekty: Delfin, Erydan	190
Interesujące obiekty: Gołąb, Herkules	229
Interesujące obiekty: Hydra	276

Poradnik konstruktora

Samodzielne wykonywanie obiektywów — czy to możliwe? Sławomir Bogusz	277
--	-----

Kalendarz astronomiczny

Tomasz Ściążor	
Rok 2004, marzec — kwiecień	40
maj — czerwiec	88
lipiec — sierpień	136
wrzesień — październik	184
listopad — grudzień	233
Rok 2005, styczeń — luty	280

Recenzje

Aleksandra Jędrzejczak, Renata Ponaratt, Iwona Wytrzyszczak „NASZA ZIEMIA — Ziemia we Wszechświecie” T. Zbigniew Dworak	45
Carl Sagan, Świat nawiedzany przez demony. Nauka jako światło w mroku T. Zbigniew Dworak	179
Eryk Infeld, Cena Nobla T. Zbigniew Dworak	286
Frank H. Shu, Galaktyki. Gwiazdy. Życie. Fizyka Wszechświata T. Zbigniew Dworak	232

Harald Lesch i Joern Mueller, Nasz Wszechświat	
<i>Michał Hanasz</i>	232
Honorata Korpikiewicz „KOSMOEKOLOGIA z elementami etyki holistycznej. Hipoteza Gai — Uranosa”	
<i>T. Zbigniew Dworak</i>	46

Galeria obiektów NGC

Dariusz Graczyk

NGC 457; NGC 663; NGC 869 i NGC 884	30
NGC 891; NGC 936; NGC 1023	78
NGC 1232; NGC 1245; NGC 1275	126
NGC 1501; NGC 1502; NGC 1514	170
NGC 1300; NGC 1499; NGC 1528; NGC 1535	217
NGC 1664; NGC 1788; NGC 2022; NGC 2024	266

Astronomia i muzyka

Jacek Drażkowski

Feerie dźwięków i barw w Jodrell Bank	47
Noc komety i gwiezdny pył	95
Musica Ex Civitae Copernici	143
Dźwięki czarnej dziury	175
Co nowego dla ucha?	231
10 lat duetu Keller & Schönwälder	287

Ciekawe adresy internetowe...

Roman Schreiber

48, 96, 144, 192, 240, 288

Konkursy

Joanna Drażkowska

Fotozagadka	192
Krzyżówki	48, 96, 144, 240, 288

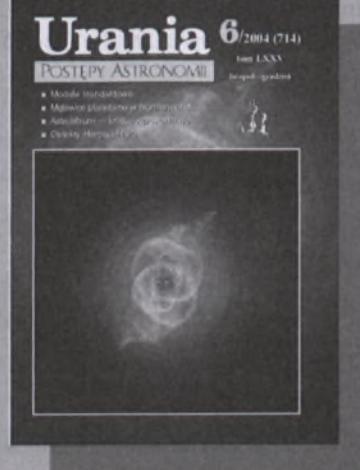
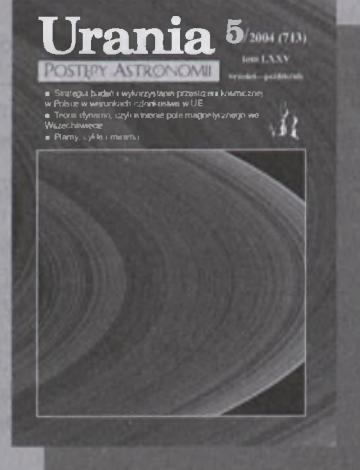
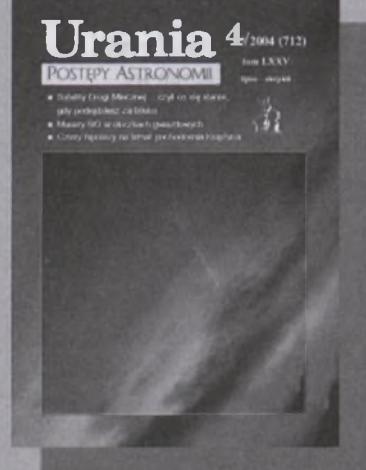
W kolorze

Cztery obrazy mgławic z HST	(6)w.II-III
Galaktyka karłowata w Wielkim Psie	(1)o.IV
Galeria Uranii	(1)o.I, w.I, w.IV, o.III;
	(2)o.I, w.I, w.IV, o.III; (3)o.I, w.I, w.IV, o.III;
	(4)w.I, IV, o.III; (5)w.I, IV, o.III; (6)o.III
Grudziądzkie OMSA 2004	(4)o.II
Heic0407	(6)o.II
Kipiące Słońce	(6)o.IV
Kolorowe pierścienie Saturna	(5)o.II,IV, w.II-III
Koronkowa N49	(4)o.IV
NGC604	(1)w.II-III
Obiekty Herbiga-Haro	(6)o.II,IV
Pocztówki z Marsa	(2)o.II,IV, w.II-III; (3)w.II-III
Rho Ophiuchi — kolory wokół gwiazdy	(4)w.II-III
Tytan	(3)o.I
Ultragębokie Pole Hubble'a	(3)o.II
V838 Monocerotis	(3)o.IV

Układ stron w tomie LXXV „Uranii-PA”:

zeszyt nr 1 (709)	1 — 48
zeszyt nr 2 (710)	49 — 96
zeszyt nr 3 (711)	97 — 144
zeszyt nr 4 (712)	145 — 196
zeszyt nr 5 (713)	197 — 240
zeszyt nr 6 (714)	241 — 288

W przypadku materiałów umieszczonych na stronach kolorowych zastosowano oznaczenia: liczba w nawiasie — numer zeszytu, o — okładka, w — wkładka, cyfra rzymska — numer strony.



08483 / 2004

Wielce Szanowni i Drodzy Czytelnicy,

Witam Państwa u progu 2004 r. To już osiemdziesiąty trzeci rok istnienia URANII. Tym zeszytem rozpoczynamy siedemdziesiąty piąty tom naszego czasopisma. Otwieramy go przesłaniem, jakie na Zjeździe Polskiego Towarzystwa Astronomicznego we wrześniu 2003 r. skierował do polskich astronomów Prezydent Europejskiego Towarzystwa Astronomicznego, profesor Harvey Butcher. Miło było usłyszeć z jego ust pochwałę działań i miejsca polskiej astronomii w Europie i na świecie. Przedstawił też opinię o roli i zadaniach narodowych towarzystw astronomicznych w procesach realizacji i planowania badań astronomicznych w poszczególnych krajach i w Europie. Możemy mieć satysfakcję z tego, że tak samo rozumiemy rolę i zadania Polskiego Towarzystwa Astronomicznego.



R. A. Duboiszka-Widawskiego

Dalej, jak zwykle, będącie mogli Państwo znaleźć ciekawe artykuły i notatki o najnowszych odkryciach i wydarzeniach astronomicznych. Nie zabraknie informacji o ciekawych obiektach, rad dla obserwatorów wraz z kalendarzem astronomicznym i pomysłów na ciekawe astronomiczne doświadczenia na lekcjach fizyki. Jest relacja z budowy szkolnego obserwatorium astronomicznego w Dąbrowie Górniczej i opis konferencji obserwatorów komet, zrzeszonych w PTMA. Są recenzje dwóch książek, jest felieton o astronomii i muzyce, wskazanie ciekawych stron internetowych, krzyżówka itd.

Czy jest możliwy ruch z prędkością większą od prędkości światła? To pytanie jest w istocie treścią artykułu Andrzeja Krasińskiego z Warszawy pt. „Za kosmicznym horyzontem zdarzeń” (s.6). Ciekawy to artykuł i jeszcze bardziej zaskakująca konkluzja. A co się dzieje na krawędzi czarnej dziury? A czym jest ciemna energia? Odpowiedzi na między innymi te pytania ma dać planowana „Misja Constellation-X”, czyli zespół wielkich teleskopów rentgenowskich, który ma rozpocząć swą pracę w przestrzeni kosmicznej za kilka lat. O misji tej pisze (s.18) Weronika Sarwa, tegoroczna absolwentka studiów astronomicznych w Toruniu.

W przededniu pierwszej rocznicy tragedii wahadłowca Columbia T. Zbigniew Dworak z Krakowa przypomina nam tragiczne wydarzenia i ofiary w tzw. epoce podboju Kosmosu. Katastrofy astronautyczne w ostatnich 40 latach pochłonęły co najmniej 130 istnień ludzkich na stanowiskach startowych lub w ich pobliżu i 18 w statkach kosmicznych. To bardzo wysoka cena, jaką przyszło nam zapłacić za kosmiczne podróże człowieka.

W „Sylwetkach Astronomów”, piorem profesora Konrada Rudnickiego, przypominamy postać lekarza i astronoma dra Tadeusza Rakowieckiego z Hajnówki w 125 rocznicę jego urodzin. Ten „prawdziwy doktor – astronom” (jak niektórzy o nim mówili) jest autorem podręcznika akademickiego „Drogi planet i komet”, który, choć pisany w pierwotnej postaci jeszcze przed pierwszą wojną światową, służył kilku pokoleniom polskich astronomów, jeszcze długo po drugiej wojnie światowej, jako podstawowy i jedyny podręcznik mechaniki nieba.

W dniu 22 listopada 2003 r. odbył się w Puławach Zjazd Delegatów Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii. Wybrano nowy Zarząd Główny i nowego Prezesa. Został nim ponownie dr Henryk Brancewicz. Gratulujemy zarówno Towarzystwu, jak i Prezesowi, bo jesteśmy przekonani, że pod jego kompetentnym i sprawnym kierownictwem PTMA będzie się rozwijało i dalej skupiało polskich Miłośników Astronomii.

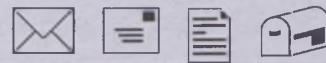
Panstwu życzę zdrowia i wszelkiej pomyślności w Nowym Roku oraz ciągłego zainteresowania naszym pismem.

08483



H. Wronczyk

Toruń w grudniu 2003 r.



Szanowna Redakcjo!

Piszę w związku ze zdjęciem powierzchni Marsa zdobiącym okładkę zeszytu 5/2003 „Uranii-Postępów Astronomii”. Na pierwszy rzut oka nie wydawało mi się ono w żaden sposób zaskakujące. Dopiero po pewnym czasie zauważałem, że marsjańskie niebo ma na nim barwę znajomego ziemskiego błękitu! Bardzo się zdziwiłem, widząc taką gałkę w tak renomowanym czasopiśmie. Skądinąd wiadomo mi, że pierwsze zdjęcia przesłane przez sondę Viking były źle skalibrowane pod względem kolorystycznym i przedstawiały właśnie niebieskie niebo. Zastanawiam się, czy jest to jedno z takich zdjęć, czy może do błędu doszło w trakcie jego redakcyjnej obróbki?

Z poważaniem
Paweł Błaszkak

Red. Szanowny Panie,
Dotarło do mnie Pana zapytanie o zdjęcie z okładki ostatniego numeru „Uranii-PA”. Pochodzi ono z witryny „Astronomy Picture of the Day” z 22 lipca 1996 r. (<http://antwrp.gsfc.nasa.gov/apod/ap960722.html>) Może Pan sięgnąć do podanych tam linków, by odnaleźć dalsze szczegóły dotyczące jego pochodzenia i obróbki w NASA. My ze swojej strony nie „podarowaliśmy” już błękitu (choć pewne przeklamanie barw się zdarzyć może w procesie drukarskim). Wydaje mi się, że przez kontrast w stosunku do pozostałej części okładki ten błękit jest rzeczywiście aż za bardzo uderzający – gdy się ogląda to zdjęcie na ekranie monitora, efekt jest zupełnie inny. Kol. Drążkowski, który przygotowuje nasze pismo do druku, tłumaczy, że w tym przypadku nie miał do wglądu zdjęcia drukowanego, aby poprawnie kalibrować barwy, a przy konwersji przestrzeni barw RGB

Sprostowanie

W „Uranii-PA” nr 6/2003 na stronie 279 nazwisko sekretarza Polskiego Towarzystwa Astronautycznego Andrzeja KOTARSKIEGO podanoomyłkowo jako KO-LARSKI.

(w jakiej był użyty plik cyfrowy) na CMYK (stosowanej w poligrafii) często można spotkać się z problemem tzw. „barw niedrukowalnych”.

W każdym razie dziękujemy za uważne przyglądarkie się naszej publikacji i serdecznie powiadamy!

W imieniu redakcji „Uranii-PA”
Krzysztof Rochowicz
CA UMK Toruń

Szanowna Redakcjo!

Postanowiłem podzielić się z Państwem i wszystkimi Czytelnikami niezwykłymi wrażeniami z obserwacji zorzy polarnej, jaką dane mi było oglądać w moim mieście Ostrowcu Świętokrzyskim. Choć erupcje słoneczne z ostatnich dni października były wyjątkowo silne i pojawiła się szansa na zorzę także w Polsce, to jednak nie miałem dużych nadziei na możliwość obserwowania jej w Ostrowcu Świętokrzyskim, dalekim od północnych regionów naszego kraju (50°56'N).

Mimo to 31 października od około godziny 21:30 zacząłem kontrolować okolice północnego horyzontu. Wszystko zaczęło się około godziny 22:30. Na obszarze zajmującym ostatnio część nieba o szerokości ok. 25° w rektascensji (od punktu północnego wschodu w stronę wschodnią) i wysokości ok. 10° w deklinacji, jaśniała niezbyt mocno, lecz wyraźnie zauważalnie, łuna zorzy polarnej. Miała ona niespecjalnie atrakcyjną, jednakże wyjątkową barwę białą, zmieniającą się jednak z biegiem czasu. Wkrótce stała się różowawa, do odcieni czerwieni, a momentami zdawała się wkradać także barwa stonowanej zieleni. Te niezbyt jaskrawe odcienie zorzy były zapewne wynikiem położenia geograficznego miejsca obserwacji. Górną krawędź łuny ciągle falowała, w pewnych miejscach wyciągając się w górę, w innych zaś obniżając. Tuż ponad „łuną horyzontu” rozgrywał się spektakl, który zapierał mi dech w piersiach. Raz po raz (ze zmieniącą częstotliwością) pojawiały się tu bowiem białe „obloki” naładowanych cząsteczkami rozświetlającymi górną warstwę atmosfery.

Tu może być reklama Twojej Firmy!

Nasz cennik jest następujący:

cała strona kolorowa: 1000,00 zł

cała strona czarno-biała: 400,00 zł

Przy mniejszych formatach dla stron czarno-białych:

1/2 s.: 300,00 zł

1/4 s.: 200,00 zł

1/8 s.: 100,00 zł — ten rozmiar traktujemy jako najmniejszy „moduł”. Podobnie jest ze stroną kolorową.

Istnieje możliwość negocjowania warunków.

Zapraszamy na nasze łamy!

ry. Twory te pojawiały się, by po chwili zniknąć, nadpływając od

Dokończenie na s. 33.

Wielu Czytelników dzieli się z nami swymi obserwacjami, wrażeniami z przeżywania różnych zjawisk i imprez astronomicznych, wątpliwościami dotyczącymi zasłyszanych opinii i interpretacji odkryć astronomicznych. Szczególnie długie listy pisze do nas pani Krystyna Jaskulska z Gdyni. Dziękujemy bardzo. W ostatnim liście p. Krystyna opisuje swoje spotkania z Marsem w okresie jego Wielkiej Opozycji. A były to uczestnictwa w obozach obserwacyjnych, w marsjańskich imprezach w Gdańsku itp. Robiła zdjęcia Marsa. Marsa pokazywała znajomym. Ostatnio obserwuje inne planety. W lipcu uczestniczyła w zgromadzeniu obserwatorów Słońca i odwiedziła Obserwatorium Słoneczne im. Wacława Szymbańskiego (Żarki Letnisko). Zrobiła oczywiście zdjęcie tego Obserwatorium i przysłała je nam z najlepszymi życzeniami „dużo pogodnych nocy i słonecznych dni” oraz „wszystkiego co najlepsze” dla Redakcji i Czytelników Uranii, co niniejszym naszym P.T Czytelnikom przekazujemy. Dziękujemy i wzajemnie życzymy wszystkiego co najlepsze.

(Red)

Na zdjęciu: Obserwatorium Słoneczne im. W. Szymbańskiego w Żarkach Letnisko należące do Towarzystwa Towarzystwa Obserwatorów Słońca.

Fot. K. Jaskulska

Kupię Sprzedam Wymienię...

Wymienię czasopisma o tematyce popularnonaukowej (Urania-PA, Sky and Telescope, Wiedza i Życie, Świat Nauki, Młody Technik i in.) na inne o tematyce popularnonaukowej i przyrodniczo-ekologicznej. Piotr Ostrzycki, 87-617 Bobrowniki-Pole 4

Obiektyw Rubinar 500/5,6, nowy, komplet filtrów, pierścienie pośrednie, telekonwerter 2x, okular 10 mm – całość 620,00 zł lub zamiana. Możliwość odstąpienia samego obiektywu. Archiwalne numery „Uranii” z lat 1963-2003 odstąpię. Kontakt: Wiesław Antkowiak ul. Budryka 1/22 41-503 Chorzów tel. kom. 0697166444



Urania

POSTĘPY ASTRONOMII

(PL ISSN 0032-5414/ 0042-07-94)

Dwumiesięcznik poświęcony upowszechnianiu wiedzy astronomicznej. Czasopismo powstało z połączenia się „Uranii” — dotychczasowego miesięcznika PTMA, ukazującego się od 1922 r. i „Postępów Astronomii” — dotychczasowego kwartalnika PTA, wydającego od 1953 r. Patronat: Polskie Towarzystwo Astronomiczne i Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii. Zachowana zostaje dotychczasowa numeracja „Uranii”. Pismo jest częściowo finansowane przez KBN i Komitet Astronomii PAN.

Nakład: 1500 egz.

Redaktor Naczelny:
Andrzej Woszczyk, CA UMK Toruń

Zespół Redakcyjny:
Marek Gołębiewski, CA UMK Toruń
Magdalena Kożuchowska, CAMK Warszawa
Krzysztof Rochowicz, CA UMK Toruń
Roman Schreiber, CAMK Toruń

Opracowanie graficzne
i skład komputerowy:
Jacek Drążkowski

Korekta:
Bożena Wyrzykowska

Adres Redakcji:
Uniwersytet Mikołaja Kopernika
Centrum Astronomii
ul. Gagarina 11
87-100 TORUŃ
tel. (0-56) 611 30 52
fax. (0-56) 621 93 81

Poczta elektroniczna (E-mail address):
aw@astri.uni.torun.pl

Adres WWW:
<http://urania.pta.edu.pl>
<http://urania.camk.edu.pl>

Druk:
Zakład Poligraficzno-Wydawniczy
POZKAL, Inowrocław

Dystrybucja:
Piotr Wąż, CA UMK,
ul. Gagarina 11, 87-100 TORUŃ
tel. (0-56) 611 30 56
E-mail: urania@astri.uni.torun.pl

Prenumerata w roku 2004 kosztuje 54 zł.
Można również zamawiać pojedyncze zeszyty w cenie 10 zł.

Polskie Towarzystwo Astronomiczne
Zarząd Główny – Sekretariat
ul. Bartycka 18, 00-716 Warszawa
tel. (0-22) 841 00 41 wewn. 146
E-mail: hania@camk.edu.pl
WWW: www.pta.edu.pl

Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii
Zarząd Główny
ul. św. Tomasza 30/7, 31-027 Kraków
tel. (0-12) 422 38 92
E-mail: ptma@oa.uj.edu.pl
WWW: [oa.edu.pl/~ptma](http://www.oa.edu.pl/~ptma)

Numer zamknięto w grudniu roku 2003

* Materiałów nie zamówionych Redakcja nie zwraca, a wykorzystując zastrzega sobie prawo do ich redagowania i skracania

* Przedruk materiałów i zdjęć tylko za zgodą Redakcji. * Opinie i poglądy formułowane przez Redakcję i Autorów nie reprezentują oficjalnego stanowiska obu patronujących nam Towarzystw *

W NUMERZE

4 Przemówienie do Polskiego Towarzystwa Astronomicznego

Harvey Butcher

Prezydent Europejskiego Towarzystwa Astronomicznego zabrał głos w czasie Otwarcia XXXI Zjazdu Polskiego Towarzystwa Astronomicznego w Toruniu we wrześniu 2003 r. Polskie tłumaczenie jego przemówienia prezentujemy naszym Czytelnikom.

6 Za kosmicznym horyzontem zdarzeń

Andrzej Krasiński

Czy jest możliwy ruch z prędkością większą od prędkości światła? Taki w istocie jest problem poruszany w tym artykule. A odpowiedź brzmi: tak, jest możliwy i naprawdę musiał się odbywać we Wszechświecie przynajmniej przez pewien czas po Wielkim Wybuchu. Przeczytajcie uważnie, proszę, ten artykuł.

11 Katastrofy astronautyczne

T. Zbigniew Dworak

Pierwsza i jak dotąd najważniejsza katastrofa w dziejach astronautyki zdarzyła się w niespełna trzy lata po locie Sputnika 1, kiedy to w 1960 r. na kosmodromie w Bajkonurze na stanowisku startowym wybuchła odpalana do lotu rakieta. Zginęło wtedy ponad 130 osób, z dymem poszły miliony rubli.

14 Misja Constellation-X

Weronika Sarwa

Tym kryptonimem określa się zespół wielkich teleskopów rentgenowskich, które z przestrzeni kosmicznej będą m.in. badały procesy tworzenia się i ewolucji czarnych dziur wszelkich rozmiarów, obserwowały kwazary w pobliżu krawędzi widzialnego Wszechświata i śledziły ewolucję pierwiastków chemicznych. To fascynujące! Przeczytaj kolejnie!

w kolorze: Galeria Uranii (okł. I, wkł. I, wkł. IV, okł. III)

rozmaitości: Pogromcy duchów, czyli burzliwe życie ciemnej materii (21); Koniec próżniowej dominacji (21); Astronomowie odkryli najbliższą Drogi Mlecznej galaktykę (22); Podczerwone rozbłyski z czarnej dziury w sercu Galaktyki (22); Taikonauta w kosmosie (24)

w kraju: 25 lat Centrum Astronomicznego im. M. Kopernika PAN w Warszawie (25); Z Dąbrowy Górniczej bliżej do gwiazd... (26); V Konferencja Sekcji Obserwatorów Komet PTMA (38)

27 **sylwetki polskich astronomów:** 125 urodziny Tadeusza Augusta Rakowieckiego — hajnowskiego astronoma

30 **galeria obiektów NGC:** NGC 457; NGC 663; NGC 869 i NGC 884

32 **poradnik obserwatora:** Ciekawe obiekty: Andromeda

34 **astronomia w szkole:** Trochę astronomii na lekcjach informatyki; Astronomiczne doświadczenia z fizyki (Seminarium 2003)

40 **kalendarz astronomiczny 2004:** marzec — kwiecień

45 **recenzje:** Aleksandra Jędrzejczak, Renata Ponaratt oraz Iwona Wytrzymska „NASZA ZIEMIA — Ziemia we Wszechświecie”, Honorata Korpikewicz „KOSMOEKOLOGIA z elementami etyki holistycznej. Hipoteza Gai — Uranosa”

47 **astronomia i muzyka:** Feerie dźwięków i barw w Jodrell Bank

48 **relaks z Uranią:** krzyżówka

48 **ciekawe strony internetowe**

NA OKŁADCE

Niezwykła aktywność Słońca w 2 lata po maksymum 11-letniego cyklu sprawiła, że mieliśmy dużą liczbę zór polarnych, jakie można było podziwiać w minionym roku także z obszaru naszego kraju. W nocy z 29 na 30 października aura była jak na tę porę roku dość łaskawa i prawie w całej Polsce można było podziwiać barwny spektakl na niebie, obejmujący swym zasięgiem prawie całe sklepienie niebieskie. Barwami dominującymi były czerwienie i zieleń. Za pierwszą odpowiedzialne jest świecenie zjonizowanego wodoru i ona właśnie zdobiła zdjęcie prezentowane na okładce. Jego autorem jest Dariusz Dorosz z Żabikowa (pow. Radzyń Podlaski), który posłużył się aparatem Zenit 12XP ze standardowym obiektywem Helios 2/58 (eksp. ok. 30 s na filmie Konica 200 ASA). Więcej zdjęć zór prezentujemy w „Galerii Uranii”.

Przemówienie do Polskiego Towarzystwa Astronomicznego

Prezydent Europejskiego Towarzystwa Astronomicznego zabrał głos w czasie Otwarcia XXXI Zjazdu Polskiego Towarzystwa Astronomicznego w Toruniu we wrześniu 2003 r. (Zob. U-PA 2003, Nr 6, s.262-264). Wyraził zadowolenie z faktu uczestnictwa w tym Zjeździe, a swoją obecność traktuje jako wyraz uznania i łączności astronomów europejskich z astronomami polskimi. Złożył gratulacje z okazji obchodzonej właśnie 80 rocznicy istnienia PTA i życzenia dalszych lat nowocennej działalności naszego Towarzystwa. Następnie przedstawił, tu obok publikowane „orędzie” o roli i znaczeniu narodowych Towarzystw Astronomicznych i Europejskiego Towarzystwa Astronomicznego, a później wygłosił wykład o najnowszych rezultatach badań radioastronomicznych w ostatnich latach i wspaniałych perspektywach w tej dziedzinie. Swym wykładem nawiązał do przedstawionego wcześniej wykładu dr Catherine Cesarsky, Dyrektora Generalnego ESO, o najnowszych odkryciach astronomicznych w dziedzinie promieniowania widzialnego

Zwielką przyjemnością uczestniczę w uroczystości 80-lecia Polskiego Towarzystwa Astronomicznego, reprezentując Europejskie Towarzystwo Astronomiczne. Polska jest tradycyjnie krajem o kulturze europejskiej, zaś polska astronomia zajmowała w ciągu wieków ważne miejsce w nauce europejskiej. W ciągu minionych ośmiu dziesięcioleci Wasze Towarzystwo było świadkiem ogromnych przemian zarówno w naszej nauce, jak i w otaczającym nas społeczeństwie. Słuszne zatem jest, abyśmy zastanowili się przez chwilę nad osiągnięciami i pomyśleli, co jeszcze przyszłość może nam przynieść.

Znajdujemy się obecnie w przededniu ogromnych przemian społeczeństwa. Powiększenie Unii Europejskiej sprawi, że politycy będą mieli mnóstwo zajęć w najbliższym dziesięcioleciu, ale może również stworzyć dla nas nowe sposoby współpracy i nowe możliwości unowocześniania badań.

Trzeba będzie na nowo planować ważne źródła finansowania, zwłaszcza te, które odnoszą się do nauki. Komisja Europejska właśnie zapowiedziała, że zintensyfikuje finansowanie badań naukowych w krajach nowo przyjmowanych oraz kandydujących do Unii. Astronomowie europejscy, a zwłaszcza polscy, winni się zastanowić, jak wykorzystać tę nową sytuację.

Jeśli mogę służyć radą, będąc spoza Waszego kraju, to myślę, że Wasze środowisko jest dobrze przygotowane do konfrontacji z tą nową Europą. Polskich astronomów można znaleźć w instytucjach naukowych na całym świecie i wielu z nich utrzymuje z ojczyskiem

trwałe kontakty. Najlepszym tego przykładem jest prof. B. Paczyński, który umożliwia najlepszym młodym polskim naukowcom dostęp do środowisk i instrumentów astronomicznych w innych krajach. Ale Wasze środowisko musi także przedsiewziąć ważne kroki dla dalszej przyszłości.

Była to na pewno bardzo śmiała i dalekosądna decyzja podjęta przez Was, aby dołączyć do 5 innych krajów (Afryka Południowa, USA, Niemcy, Nowa Zelandia, Wielka Brytania) i stać się założycielem projektu budowy 10-m teleskopu optycznego SALT, budowanego w Południowej Afryce. Począwszy od przeszłego roku, polscy astronomowie optyczni będą mieli łatwy dostęp do największego teleskopu tego typu na południowej półkuli, dorównującego czułością innym instrumentom. Wyzwaniem jest teraz wykorzystanie tej dogodnej sytuacji, wzmacnienie Waszego środowiska naukowego, aby mogło ono prowadzić tym instrumentem badania dające najnowocześniejsze odkrycia.

Nie ma obecnie sensu umieszczanie teleskopów optycznych w kontynentalnej Europie, za to możliwości radioastronomii są zupełnie inne. W tej dziedzinie Wasze aktywne uczestnictwo w Europejskiej Sieci VLBI było przez radioastronomów wszędzie wysoko oceniane – od Szanghaju do Hawajów. Wasz toruński radioteleskop ma mocną pozycję na mapie świata. Rzeczywiście zawstydźcie Waszych europejskich kolegów, gdyż staliście się pierwszym obserwatorium radiowym w Europie, które zainstaluje szerokostegowy cyfrowy transport danych bezpośrednio

do teleskopu. Mamy zatem erę astronomii w czasie rzeczywistym przy zdolności rozdzielczej milisekund luku; wspólnota astronomiczna została przez Was obudzona, wszyscy musimy zacząć myśleć o tym, w jaki sposób najlepiej wykorzystać tę nową możliwość techniki.

Wspólnie z 13 krajami z całego świata chcąc obecnie rozwijać radioteleskop nowej generacji, tzw. Square Kilometre Array. Teleskop ten jest od początku planowany w globalnej współpracy. Będzie to ważne dla Waszych kolegów, że przygotowujecie się do tego planu, że nowe technologie, które rozwijacie, zrewolucjonizują radioastronomię i będą również pożyteczne dla przemysłu telekomunikacyjnego. Takie kroki są niezbędne do utworzenia silnego i wpływowego środowiska naukowego w Polsce.

Ale nasze wielkie europejskie instytucje są także ważne. Organizacje międzynarodowe, jak ESO, ESA i JIVE dostarczają ważnych infrastruktur, które są niezbędne dla poszerzenia granic wiedzy astronomicznej. W ostatnich latach również finansowane przez Komisję Europejską sieci badawcze, jak OPTICON i RadioNET rozpoczęły dostarczanie dodatkowych środków dla rozwijania efektywnej współpracy międzynarodowej. Udział Polski w tych organizacjach i sieciach jest bardzo ważny i oczekiwany przez kolegów z innych krajów.

Politycy i sponsorzy mają często kłopot z wysokimi wymaganiami. „Ach, ci astronomowie, oni zawsze chcieliby więcej!”. Wszyscy słyszeliśmy takie okrzyki. Oczywiście to prawda, astronomowie nie mogą eksperymentować w laboratorium, toteż uzyskanie niezawodnej interpretacji obserwacji odległego Wszechświata wymaga instrumentów działających wzdłuż widma elektromagnetycznego, a jeśli takie obserwacje mają być kontynuowane, to instrumenty muszą być regularnie odnawiane. A chociaż największe przedsięwzięcia naukowe są międzynarodowe, jeśli chodzi o cel, to efektywna eksploatacja urządzeń nie jest możliwa bez finansowego wsparcia na poziomie narodowym. Nie oznacza to oczywiście, że nie można dokonywać wyboru. Każda społeczność musi ustanawiać swoje priorytety, znaleźć właściwą równowagę między programami badawczymi, oraz optymalizować wyniki swych inwestycji. Jest to

właśnie rola towarzystw naukowych, z Polskim Towarzystwem Astronomicznym włącznie. Towarzystwa naukowe powinny stanowić odpowiednie forum dla dyskusji, debat i planowania, przy czym to forum powinno być niezależne od warunków granicznych instytucji naukowych. W zasadzie są one zdolne do rozważenia wszystkich aspektów przedsięwzięcia badawczego, od wyboru inwestycyjnego do planowania zasobów ludzkich.

Europejskie Towarzystwo Astronomiczne jest towarzystwem zrzeszającym zawodowych astronomów europejskich. Naszym celem jest pracować razem z narodowymi towarzystwami, takimi jak Wasze, aby uzupełniać Wasze działania na poziomie europejskim. Nasze zadanie wykonujemy poprzez zapewnienie dobrego przepływu informacji o możliwościach badawczych w różnych krajach oraz przez inicjowanie dyskusji na tematy interesujące wielu członków.

I tak, na przykład, co roku organizujemy spotkanie europejskich astronomów z członkami jednego z naszych affiliowanych towarzystw. Jest to dobrze znany JENAM. Te spotkania mają zacheć do przekazywania nowych wyników naukowych, stymulować współpracę w badaniach oraz przedstawiać młodych, utalentowanych astronomów kolegom z innych krajów. Pragnę tu także dodać, że przyszłorocznego JENAM będzie organizowany z Hiszpańskim Towarzystwem Astronomicznym i odbędzie się w dniach 13-17 września 2004 r. w Grenadzie. Hiszpańscy koleżanki pragną pochwalić się pierwszymi wynikami swych dwóch nowych narodowych instrumentów: 10-m teleskopu optycznego GranTeCan na Wyspach Kanaryjskich oraz 40-m radioteleskopu na fale milimetrowe w Tebes. Wszyscy jesteście zaproszeni na to spotkanie.

Tegoroczny JENAM, jaki odbył się miesiąc temu w Budapeszcie, zapoczątkował Rynek Pracy, na którym staraliśmy się dokonać spisu wolnych miejsc dla pracowników naukowych, również poza Europą. Mamy nadzieję, że taka inicjatywa będzie stymulować młodych astronomów do poruszania się po Europie i rozwijania współpracy naukowej, która następnie potrwa całe ich zawodowe życie. Mamy nadzieję, że wolne miejsca pracy dla astronomów w Polsce mogą być regularnie ogłasza-

ne na tym Rynku Pracy. Wróćmy jednak do towarzystw naukowych. Mówię już, że mogą one pomagać w zrównoważonym doborze tematyki badawczej na przyszłość. W wielu krajach astronomowie zbierają się mniej więcej co 10 lat, aby dyskutować o przyszłości. Które tematy badawcze są ważniejsze? Jaka aparatura będzie potrzebna? Jak powinno przebiegać kształcenie astronomów, jakie umiejętności powinni posiadać przyszli pracownicy naukowi? Dyskusje takie mają na celu wypracowanie pewnego wspólnego stanowiska i wytyczenie przyszłych planów uwzględniających możliwości finansowe.

W pierwszej chwili wydaje się, że to mnóstwo pracy, i rzeczywiście tak jest. Ale zazwyczaj jest to metodą niesłychanie efektywną. Gdy przedstawia się takie wspólne stanowisko uniwersytetom i autorytetom naukowym, to stanowi ono podstawę do uzyskania funduszy, a wtedy dalekie cele stają się bliższe. Jeśli takie stanowisko przedstawia się kolegom w innych krajach, wtedy zainteresowane grupy badawcze mogą się włączyć i połączyć siły dla uzyskania pożądanego wyniku. A wreszcie, dyskutowanie o przyszłych możliwościach może być rodzajem zabawy, stymulującej nowe pomysły dalszych badań, obecnie i na przyszłość.

O ile dobrze rozumiem, to w Polsce nie ma jeszcze takiego planu. Chciałbym zatem namówić Was w imieniu kolegów z całej Europy, aby zebrąć się razem pod auspicjami Polskiego Towarzystwa Astronomicznego, aby przedstawić Waszemu rządowi i międzynarodowej społeczności wspólne stanowisko dotyczące Waszych planów badawczych, inwestycji i kierunków kształcenia na przyszłość. To wzmacniłoby całą astronomię europejską, a szczególnie polską.

Europejskie Towarzystwo Astronomiczne stawia sobie za cel utrzymywanie wykazu narodowych priorytetów w krajach swych członków. Czekamy zatem, aby umieścić polski plan i udstępnić go na całym kontynencie europejskim. Składam Polskiemu Towarzystwu Astronomicznemu najlepsze życzenia z okazji 80-lecia powstania i życzę wielu dalszych lat owocnej działalności.

Tłum. CI

Tytulem tego artykułu mogłoby być pytanie: „Czy jest możliwy ruch z prędkością większą od prędkości światła?”, ale wolalem nie eksponować tej drugiej wersji, aby nie budzić złych skojarzeń. To będzie zupełnie poważny wywód i w pełni zgodny ze wszystkimi wynikami teorii względności. Odpowiedź na to pytanie brzmi: tak, jest możliwy i naprawdę musiał się odbywać we Wszechświecie przynajmniej przez pewien czas po Wielkim Wybuchu. Jeśli prawdziwe jest gloszone ostatnio przez niektórych astronomów twierdzenie, że Wszechświat rozszerza się ruchem przyspieszonym, to dalekie regiony Wszechświata stale oddalają się od nas z prędkością większą niż $c = 300\,000 \text{ km/s}$. Znane wszystkim stwierdzenie, że teoria względności nie dopuszcza ruchu z prędkością większą niż prędkość światła, jest przy tym również prawdziwe i nie jest sprzeczne z poprzednim. Jak to możliwe? Te pozornie sprzeczne ze sobą stwierdzenia zostały powyżej wypowiedziane w formie skrótowej, która pomija istotne szczegóły. Zapamiętywanie ważnych twierdzeń w postaci krótkich uproszczonych haselek i dogmatów często prowadzi do nieporozumień. Błędne rozumienie twierdzeń, spowodowane takim uproszczonym zapamiętaniem, bywa prawdziwą plagą, kiedy jest lansowane przez ludzi o dużym autorytecie. Niniejszy artykuł powstał w odpowiedzi na jedną z takich plag. Aby wyjaśnić nieporozumienie, musimy cofnąć się do podstaw

Za kosmicznym horyzontem zdarzeń

Szczególna teoria względności

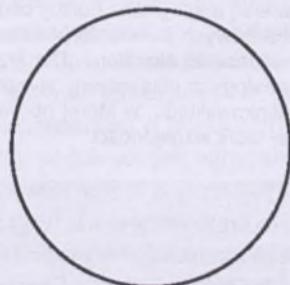
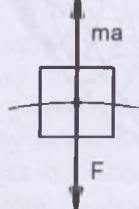
Jest faktem doświadczalnym, że prędkość światła mierzona w układzie inercjalnym nie zależy od stanu ruchu mierzącego ją obserwatora. Co to jest układ inercjalny? Taki, w którym obowiązują trzy prawa dynamiki Newtona, a więc nie doznający przyspieszeń ani nie podlegający działaniu zewnętrznych sił. Istnienie takiego układu jest postulatem mechaniki Newtona, ale w przyrodzie nie jest on nigdzie ściśle zrealizowany. Nie jest jego realizacją powierzchnia Ziemi, bo tu wszędzie działa jej przyciąganie grawitacyjne. Dla potrzeb teorii często wyobrażamy sobie, że oddalamy się „do nieskończoności”, czyli tak daleko od wszystkich ciał masywnych, że ich pole grawitacyjne staje się zaniedbywalnie małe. Ta realizacja układu inercjalnego ma ograniczoną dokładność: w pewnej odległości od Słońca zacznie przecież działać siła grawitacyjna najbliższej leżącej w tym kierunku gwiazdy i przy dalszym posuwaniu się w dal od Słońca będzie ona rosnąć. Nie da się uciec z pola grawitacyjnego naszej Galaktyki (bo życia by nie stało), a gdyby nawet — to przecież gdzieś tam daleko są inne galaktyki...

Najlepszą w praktyce, choć ograniczoną przestrzennie, realizacją układu inercjalnego jest układ swobodnie spadający w polu grawitacyjnym lub krążący po orbicie (rys. 1). Podczas takiego ruchu pojawią się siła bezwładności równa $-ma$, gdzie m jest masą ciała, zaś a — jego przyspieszeniem. W polu grawitacyjnym siła bezwładności ma ten sam kierunek i wartość, co siła grawi-

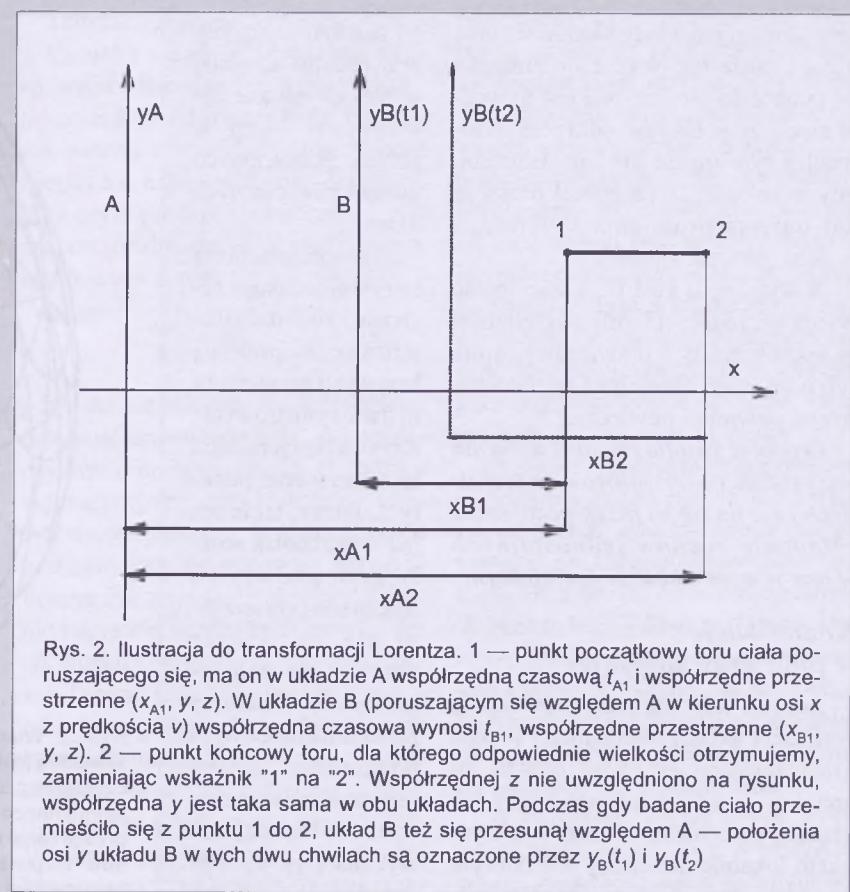
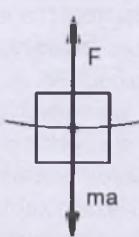
tacyjna, ale przeciwny zwrot. (Na orbicie kołowej siłą bezwładności jest siła odśrodkowa, na innych orbitach siła odśrodkowa jest składową siły bezwładności). Równoważy ona dokładnie siłę grawitacyjną *wzdłuż orbity* i całkowita siła działająca na ciało w jego układzie spoczynkowym staje się równa zeru. Stąd bierze się „stan nieważkości” podczas lotu orbitalnego. Podkreślamy jednak, że dzieje się tak tylko *wzdłuż orbity*. Jeśli chcielibyśmy rozszerzyć taki układ na zbyt duże odległości, np. w dal od źródła pola grawitacyjnego, to siła ciężkości zmalałaby, a siła odśrodkowa wzrosła i pojawiłaby się siła wypadkowa. W dalszej odległości od źródła układ przybliżający inercjalny (zwany fachowo *lokalnie inercjalnym*) musiałby poruszać się po orbicie z mniejszą prędkością.

Niezależność prędkości światła od ruchu obserwatora wydaje się w pierwszej chwili zaskakująca, ale też, w zestawieniu z innymi faktami, jest najbardziej logiczną możliwością. Bo względem czego mielibyśmy tę prędkość mierzyć? Gdyby światło miało swój ośrodek, w którym się rozchodzi, tak jak np. dźwięk, to można by mówić o prędkości względem ośrodka. Postulowano kiedyś istnienie takiego ośrodka, otrzymał on nawet swoją nazwę („eter”), ale wszystkie doświadczenia bezlitośnie wykazywały, że nic takiego nie istnieje. Światło, tak samo jak fale elektromagnetyczne o innych zakresach długości, potrafi rozchodzić się w próżni. Czy światło miałoby się poruszać ze stałą prędkością względem źródła? Wtedy każda wiązka światła miałaby inną prędkość.

Aby uwzględnić fakt, że prędkość obserwatora (inercjalnego! — a więc poruszającego się ruchem jednostajnym względem układu inercjalnego) nie ma wpływu na zmierzona wartość prędkości światła, trzeba było uznać, że przy przejściu do układu ruchomego zmieniają się nie tylko współrzędne przestrzenne ciała, ale też mierzony przez nie czas. Wzór na odpowiednią transformację odgadł w roku 1895, przez uważną analizę równań Maxwella, holenderski fizyk Hendrik A. Lorentz. Zakładając, że układ B porusza



Rys. 1. Lokalne układy inercjalne na orbitach wokół Ziemi. Wzdłuż orbity siła ciężkości F jest równa co do wartości sile odśrodkowej ma (a jest przyspieszeniem), ale przeciwnie skierowana. Obie siły znoszą się w układzie odniesienia związanym z orbitującym ciałem i dzięki temu układ ten staje się w przybliżeniu inercjalny. Kwadratami zaznaczono obszary, w których przybliżenie można stosować. Obszar taki jest ograniczony — układ położony niżej na rysunku porusza się względem układu położonego wyżej ruchem przyspieszonym, mimo że obydwa są lokalnie inercjalne



Rys. 2. Ilustracja do transformacji Lorentza. 1 — punkt początkowy toru ciała poruszającego się, ma on w układzie A współrzędną czasową t_{A1} i współrzędne przestrzenne (x_{A1}, y, z) . W układzie B (poruszającym się względem A w kierunku osi x z prędkością v) współrzędna czasowa wynosi t_{B1} , współrzędne przestrzenne (x_{B1}, y, z) . 2 — punkt końcowy toru, dla którego odpowiednie wielkości otrzymujemy, zamieniając wskaźnik "1" na "2". Współrzędnej y jest taka sama w obu układach. Podczas gdy badane ciało przemieściło się z punktu 1 do 2, układ B też się przesunął względem A — położenia osi y w układzie B w tych dwu chwilach są oznaczone przez $y_B(t_1)$ i $y_B(t_2)$

się względem układu A z prędkością v w kierunku osi x (patrz rys. 2) i że osie obu układów pokrywają się w chwili $t = 0$, współrzędne przestrzenne (x_B, y_B, z_B) i czas t_B mierzone w układzie B wiążą się z odpowiednimi wielkościami układu A za pomocą następujących wzorów (zwanych *transformacją Lorentza*):

$$\begin{aligned} y_A &= y_B, \quad z_A = z_B, \\ x_A &= \frac{x_B + vt_B}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} \\ t_A &= \frac{t_B + x_B v/c^2}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} \end{aligned} \quad (1)$$

Używając tych wzorów, można znaleźć wzór na składanie (nie dodawanie! — to będzie operacja nielinijowa) prędkości. Przypuśćmy, że punkt początkowy toru jakiegoś ciała miał współrzędne (t_{A1}, x_{A1}, y, z) w układzie A i (t_{B1}, x_{B1}, y, z) w układzie B. Przypuśćmy, że punkt końcowy miał współrzędne, odpowiednio, (t_{A2}, x_{A2}, y, z) w układzie A i (t_{B2}, x_{B2}, y, z) w układzie B. Odległość przebyta w układzie A w czasie $(t_{A2} - t_{A1})$ wynosi wtedy $(x_{A2} - x_{A1})$, a więc prędkość ruchu w układzie A wynosi

$$v_A = \frac{x_{A2} - x_{A1}}{t_{A2} - t_{A1}} \quad (2)$$

Aby obliczyć odpowiednią prędkość w układzie B, równą z definicji

$$v_B = \frac{x_{B2} - x_{B1}}{t_{B2} - t_{B1}} \quad (3)$$

podstawiamy wzory (1) do (2) i dostajemy (w drugim kroku dzielimy licznik i mianownik przez $(t_{B2} - t_{B1})$):

$$\begin{aligned} v_A &= \frac{x_{B2} + vt_{B2} - (x_{B1} + vt_{B1})}{t_{B2} - t_{B1} + (x_{B2} - x_{B1})v/c^2} = \\ &= \frac{v_B + v}{1 + v_B v/c^2}. \end{aligned} \quad (4)$$

Można teraz łatwo sprawdzić, że jeśli $v_B = c$, to $v_A = c$. Można też sprawdzić, że jeśli $v_B < c$ i $v < c$, to $v_A < c$, a więc nie da się przekroczyć prędkości światła przez składanie prędkości mniejszych niż c .

Wynik ten uzyskaliśmy jednak przy założeniu, że doświadczenie wykonujemy w inercjalnym układzie odniesienia, zaś układy A i B poruszają się względem siebie ruchem jednostajnym prostoliniowym. W układzie nieinercjalnym (np. spoczywającym w polu grawitacyjnym) lub w przypadku, gdy układ B porusza się względem A ruchem przyspieszonym, wszystko się komplikuje. Prędkość światła mierzona przez jednego lub drugiego ob-

serwatora może wtedy okazać się inna niż c i może też okazać się zmienna od punktu do punktu. Nie jest to wcale nowe, rewolucyjne odkrycie. Wiedział o tym fakcie już sam Einstein, gdy w roku 1911 próbował obliczyć kąt ugięcia promienia świetlnego w polu grawitacyjnym¹.

A więc, jeśli ktoś chce zacytować wynik szczególnej teorii względności w sposób ścisły i prawidłowy, a nie tylko błysnąć hasenkową pseudoerdycją, powinien powiedzieć:

Prędkość światła jest taka sama dla wszystkich obserwatorów inercjalnych i nie da się jej przekroczyć przez składanie ruchów jednostajnych w tym samym układzie inercjalnym.

Komplikacje w polu grawitacyjnym

Jak już wspomniano, przybliżoną realizacją układu inercjalnego w polu grawitacyjnym jest układ lokalnie inercjalny — swobodnie spadający lub krążący po orbicie. Obszar, w którym układ lokalnie inercjalny jest dobrym przybliżeniem idealnego układu inercjalnego z fizyki Newtona, zależy od dokładności używanych przyrządów pomiarowych. Im dokładniejsze przyrządy, tym mniejszy obszar stosowania. Nawet jednak z caikiem mało dokładnymi przyrządami obszar ten ma ograniczone rozmiary — wystarczy wyobrazić sobie dwa układy swobodnie spadające po przeciwnych stronach Ziemi. Każdy z nich porusza się ruchem przyspieszonym względem drugiego, choć w każdym z nich suma działających sił jest równa零.

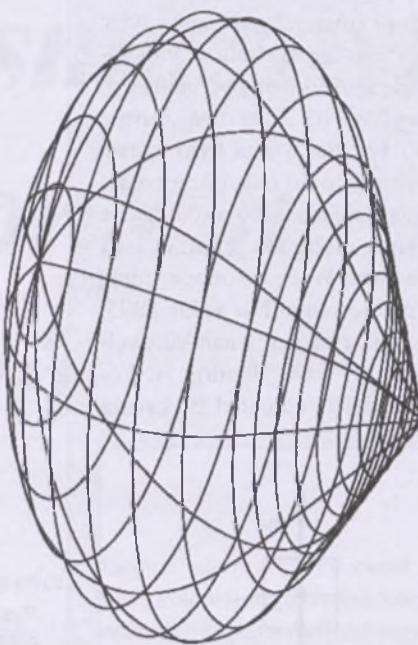
Pole grawitacyjne w języku teorii względności opisuje się inaczej, niż w fizyce Newtona. W fizyce Newtona wyobrażamy sobie, że płaska przestrzeń jest wypełniona materią i że porcje materii działają na siebie siłami grawitacyjnymi. W teorii względności wyobrażamy sobie, że nasz świat jest 4-wymiarową czasoprzestrzenią — czas jest jedną z czterech współrzędnych. Jest ona w niektórych miejscach prawie płaska — tam, gdzie, mówiąc

po newtonowsku, siły grawitacyjne są małe, w niektórych zaś zakrzywiona — np. w pobliżu Słońca, innych gwiazd albo czarnych dziur.

Niektóre własności krzywej czasoprzestrzeni można zilustrować za pomocą krzywych powierzchni dwuwymiarowych. Krzywa powierzchnia może zawierać punkty osobliwe, takie np. jak wierzchołek stożka, gdzie płaszczyzna styczna do powierzchni nie ma dobrze określonego położenia (rys. 3). W każdym punkcie nieosobliwym powierzchni istnieje jednoznacznie wyznaczona płaszczyzna styczna (rys. 4). Podobnie jest z zakrzywioną czasoprzestrzenią — w każdym jej nieosobliwym punkcie istnieje styczna

do niej czasoprzestrzeni płaska, fachowo nazywana czasoprzestrzenią Minkowskiego. W każdej pojedynczej czasoprzestrzeni Minkowskiego obowiązują wszystkie prawa szczególnej teorii względności, między innymi niezależność prędkości światła od ruchu obserwatora inercjalnego i nieprzekraczalność prędkości światła za pomocą składania ruchów jednostajnych. Prawa te nie obowiązują jednak, gdy obserwator z jednej czasoprzestrzeni Minkowskiego M_1 obserwuje zjawiska zachodzące w drugiej czasoprzestrzeni Minkowskiego M_2 , stycznej do innego punktu krzywej czasoprzestrzeni². Nie ma on nawet możliwości, aby zmierzyć prędkość wiązki światła biegącej w czasoprzestrzeni M_2 — może tylko obliczyć tę prędkość, jeśli zna geometrię krzywej czasoprzestrzeni.

Jeśli punkty styczności krzywej czasoprzestrzeni z M_1 i M_2 są bliskie



Rys. 3. Wierzchołek stożkowego „dzioba” na powierzchni jest punktem osobliwym — położenie płaszczyzny stycznej do powierzchni nie jest w tym punkcie jednoznacznie określone. Czterowymiarowe czasoprzestrzenie mogą zawierać analogiczne punkty osobliwe. W punktach nieosobliwych położenie płaszczyzny stycznej jest jednoznacznie określone. Dla krzywej czasoprzestrzeni analogiem płaszczyzny stycznej jest czasoprzestrzeń Minkowskiego, w której obowiązują prawa szczególnej teorii względności

siebie, to szczególną teorię względności można stosować w przybliżeniu, ale dokładność tego przybliżenia maleje z odległością. Nie można podać uniwersalnej reguły mówiącej, która odległość jest jeszcze dostatecznie mała, a która już za duża, aby uważać M_2 za przedłużenie M_1 — to zależy od dokładności używanych przyrządów. Na przykład dla celów nawigacji lotniczej i rakietowej cała przestrzeń wokół Ziemi aż do orbity Księżyca a nawet dalej jest „wystarczająco płaska”, do obliczania położień i czasu można w niej stosować prawa szczególnej teorii względności tak, jakby to była jedna czasoprzestrzeń Minkowskiego. Ale dla systemu nawigacyjnego GPS krzywizna czasoprzestrzeni w pobliżu Ziemi jest wyraźnie widoczna już w odległościach mniejszych niż 25 000 km (w takiej odległości od środka Ziemi krążą satelity systemu).

Bez uwzględnienia poprawek wymaganych przez teorię względności, które kumulują się z czasem, system ten byłby całkiem bezużyteczny: już po upływie jednej doby błęd wyznaczenia

¹ A. Einstein, *Annalen der Physik* 35 (1911); przedruk w A. Einstein, H. A. Lorentz, H. Weyl, H. Minkowski, *The principle of relativity*, Dover Publications 1923. Einstein uzyskał wtedy nieprawidłowy wynik, ponieważ nie wziął pod uwagę krzywizny czasoprzestrzeni.

² Te styczne czasoprzestrzenie Minkowskiego to odpowiednik, w teorii względności, newtonowskich układów lokalnie inercjalnych.

pozycji odbiornika GPS na Ziemi wyniosłyby 18 km.

I tu dochodzimy do głównego punktu obecnego artykułu.

Rozszerzanie się Wszechświata

Jak wiadomo z obserwacji, Wszechświat się rozszerza. Dalekie galaktyki uciekają od naszej z prędkościami w przybliżeniu proporcjonalnymi do ich odległości. Tak wygląda opis tego procesu w fizyce newtonowskiej — wyobrażamy sobie, że cała materia Wszechświata jest zanurzona w jednej przestrzeni euklidesowej i porusza się w niej. Według (ogólnej) teorii względności sytuacja wygląda inaczej. Wiemy tylko, że odległość między każdą parą galaktyk rośnie z czasem. Nie możemy jednak stwierdzić faktu ruchu, bo nie dysponujemy wzorcem odległości w takiej skali ani wzorcem ciała spoczywającego w pobliżu oddalającej się galaktyki. Odległość się zmienia, bo ewoluje geometria krzywej czasoprzestrzeni. Możemy wyobrazić sobie, że ta krzywa czasoprzestrzeń jest zanurzona w płaskiej czasoprzestrzeni o większym wymiarze — podobnie, jak oglądamy krzywe powierzchnie w przestrzeni euklidesowej³. Takie zanurzenie jest dobrze określona operacją matematyczną; ta, jak mówimy, płaska przestrzeń zanurzenia jest co najwyżej 10-wymiarowa. Jeśli geometria naszego Wszechświata jest wystarczająco prosta, to wymiar przestrzeni zanurzenia może być mniejszy od 10⁴). Przestrzeń zanurzenia nie jest jednak obserwowana w eksperymentach i nie są znane prawa ruchu, które miałyby w niej obowiązywać. Nie mamy podstaw, by oczekwać, że obowiązuje w niej szczególna teoria względności.

³ Pozostając stale wewnętrz krzywej czasoprzestrzeni 4-wymiarowej, jesteśmy w podobnej sytuacji, co starożytnej geografowie i astronomowie. Ludzie wyobrażali sobie wtedy, że Ziemia jest płaska i wymagało to sporego wysiłku wyobraźni i sporej porcji matematyki, żeby udowodnić teoretycznie, że Ziemia jest kulą. Dziś umiemy oddalać się w trzeci wymiar i wystarczy popatrzyć na Ziemię z Kosmosu.

⁴ Najczęściej używane w astrofizyce modele kosmologiczne klasy Friedmanna — Robertsona — Walkera można zanurzyć w płaskiej przestrzeni 5-wymiarowej.

Dalekie galaktyki wysyłają światło w kierunku naszej. W momencie emisji wiązki fotonów F z galaktyki G_1 , jej odległość od naszej Galaktyki G_0 ma pewną wartość L . Gdy foton biegną ku nam, odległość L rośnie, przy czym prędkość wzrastania L jest proporcjonalna do L , w przybliżeniu zgodnie z wzorem

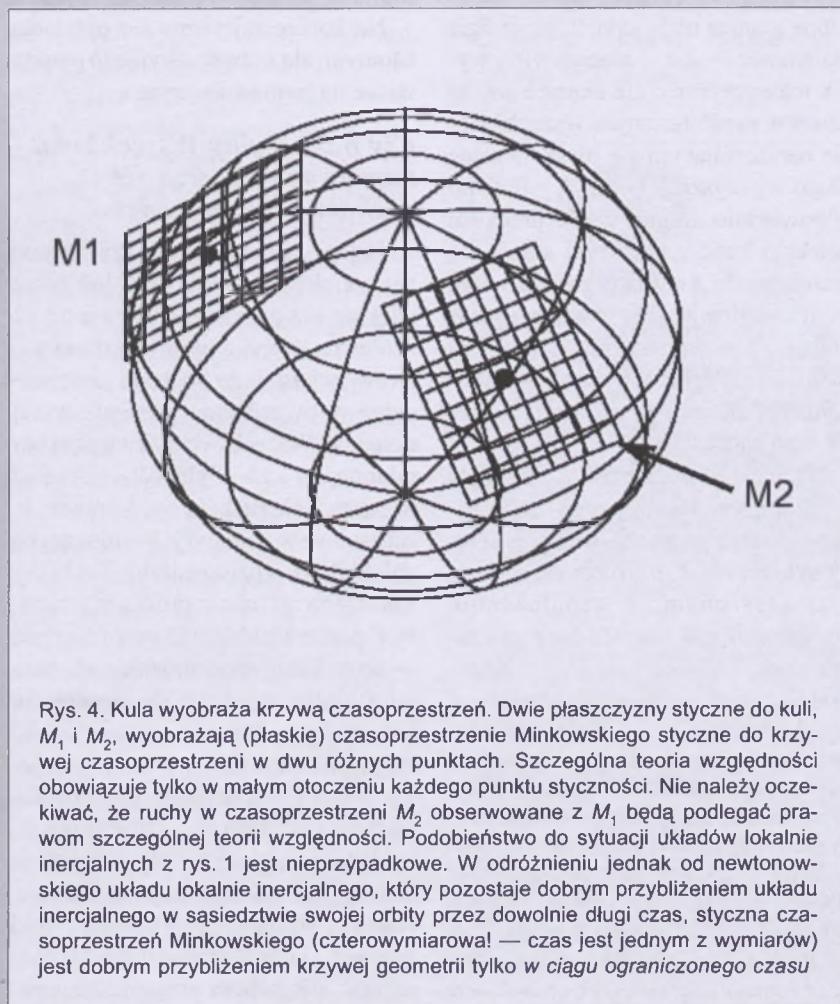
$$\frac{\Delta L}{\Delta t} = HL, \quad (5)$$

gdzie Δt jest czasem, w ciągu którego odległość zmieniła się o ΔL , zaś współczynnik proporcjonalności H nazywa się tradycyjnie „stałą Hubble'a”, chociaż wszyscy wiedzą, że zmienia się on z czasem. Przy odpowiednio dużym L , iloczyn HL staje się większy od lokalnie mierzonej prędkości światła c i dla tak dalekich obiektów prędkość ucieczki od naszej Galaktyki jest też większa od c . Fotony wysłane z nich w naszym kierunku, mimo że biegną ku nam, to oddalażą się od nas. Zjawisko to można objaśnić przez proste porównanie. Wyobraźmy sobie biegacza sprintera, który rozpoczyna bieg na 100 m z mak-

symalną możliwą dla człowieka prędkością ok. 10 m/s. (Zakładamy, że biegacz będzie mógł utrzymać tę prędkość przez dowolnie długi czas. To jest oczywiście nieprawdziwe założenie, ale przecież wyobraźnia nie zna granic). Wyobraźmy sobie następnie, że meta też zaczyna poruszać się w tym samym kierunku co biegacz i oddala się od niego z prędkością większą niż 10 m/s. Jest oczywiste, że jeśli prędkość ucieczki mety nie zmniejsza poniżej 10 m/s, to biegacz nigdy metę nie osiągnie, choć przecież biegnie w jej kierunku.

Prędkość ucieczki mety w podanym przykładzie może rosnąć lub maleć z czasem. Jeśli systematycznie maleje, to biegacz w końcu metę osiągnie. Czy może się zdarzyć, że w rzeczywistym Wszechświecie odległość L , przy której $\Delta L/\Delta t > c$, będzie wzrastać z czasem i wysłana stamtąd „do nas” wiązka fotonów nigdy do nas nie dobiegnie? To zależy od szczegółów mechanizmu rozszerzania się Wszechświata.

W swojej klasycznej wersji, teoria względności przewiduje, że oddziaływanie grawitacyjne jest jedynym od-



Rys. 4. Kula wyobraża krzywą czasoprzestrzeń. Dwie płaszczyzny styczne do kuli, M_1 i M_2 , wyobrażają (płaskie) czasoprzestrzenie Minkowskiego styczne do krzywej czasoprzestrzeni w dwóch różnych punktach. Szczególna teoria względności obowiązuje tylko w małym otoczeniu każdego punktu styczności. Nie należy oczekiwać, że ruchy w czasoprzestrzeni M_2 obserwowane z M_1 będą podlegać prawom szczególnej teorii względności. Podobieństwo do sytuacji układów lokalnie inercjalnych z rys. 1 jest nieprzypadkowe. W odróżnieniu jednak od newtonowskiego układu lokalnie inercjalnego, który pozostaje dobrym przybliżeniem układu inercjalnego w sąsiedztwie swojej orbity przez dowolnie długi czas, styczna czasoprzestrzeń Minkowskiego (czterowymiarowa! — czas jest jednym z wymiarów) jest dobrym przybliżeniem krzywej geometrii tylko w ciągu ograniczonego czasu

działaniem obserwowanym w skali kosmicznej⁵. Wiadomo jednak, już od czasów Einsteina, że teoretycznie możliwe jest jeszcze jedno długozasięgowe oddziaływanie, opisywane *stałą kosmologiczną*. Zależnie od znaku stałej kosmologicznej jest to przyciąganie lub odpychanie. Jego siła zależy od odległości między badanymi obiektami (rośnie z odległością), ale nie zależy od gęstości materii we Wszechświecie.

Jeśli to kosmologiczne oddziaływanie nie istnieje (stała kosmologiczna $\Lambda = 0$), to rozszerzanie się Wszechświata odbywa się ruchem opóźnionym, zgodnie z newtonowską intuicją (grawitacyjne przyciąganie zmniejsza prędkość ucieczki). Wtedy prędkość ucieczki każdej konkretnej galaktyki jest nieskończona w momencie wybuchu początkowego, a potem maleje z czasem (współczynnik Hubble'a H maleje z czasem). Można by wprawdzie wyobrazić sobie, że w nieskończonym Wszechświecie stale istnieją galaktyki uciekające od naszej z prędkościami większymi od c i niektórych nigdy nie zobaczymy. Nieskończone granice mają jednak swoje figle i tajemnice — jest to nieoczywisty wynik matematyczny, ale okazuje się, że nawet w nieskończonym Wszechświecie rozszerzającym się nieskończonie długo w przeszłości, jeśli $\Lambda = 0$, to po odpowiednio długim czasie prędkość ucieczki każdej galaktyki stanie się mniejsza od c i wysłany z niej ku nam front świetlny zawsze w końcu do nas doleci. Fachowo mówimy o tym zjawisku tak: „Przy zerowej stałej kosmologicznej nie istnieje we Wszechświecie horyzont zdarzeń”.

Sytuacja jest całkiem inna, gdy stała kosmologiczna jest ujemna, czyli istnieje kosmologiczne odpychanie. Wtedy Wszechświat rozszerza się ruchem przyspieszonym — współczynnik Hubble'a H jest rosnącą funkcją czasu.

⁵ Oddziaływanie elektrostatyczne zależy od odległości w ten sam sposób, co grawitacyjne. Mimo to, z powodu istnienia ładunków o przeciwnych znakach, każda porcja materii jest z dobrą dokładnością neutralna elektrycznie. Nie obserwuje się pól elektrostatycznych o zasięgu międzygwiazdowym albo międzygalaktycznym. Inaczej jest z grawitacją — „ładunek grawitacyjny”, czyli masa, ma tylko jeden znak i pola grawitacyjne kumulują się w wielkich objętościach.

su. Wtedy, jeśli w momencie emisji fotonu w naszym kierunku galaktyka G_2 oddalała się od naszej z prędkością większą niż lokalnie mierzona prędkość światła c , to prędkość ta będzie stale większa od c i foton będzie stale w sytuacji sfrustrowanego biegacza z naszego przykładu.

W takim Wszechświecie prędkość ucieczki każdej galaktyki rośnie z czasem i po odpowiednio długim czasie przekroczy c . Oznacza to, że galaktyki, które już były dla nas widoczne, będą stopniowo uciekać z naszego pola widzenia i pozostawać stale niewidoczne potem. A więc, liczba obiektów uciekających od nas z prędkościami większymi od c będzie systematycznie wzrastać. Będzie istniał we Wszechświecie zbiór zdarzeń, które nigdy nie były widoczne dla obserwatora w naszej Galaktyce i nigdy nie będą mogły zostać zaobserwowane, nawet w zasadzie. Granica pomiędzy tymi zawsze niewidocznymi zdarzeniami a zdarzeniami, które już były albo będą mogły być zaobserwowane, nazywa się *kosmicznym horyzontem zdarzeń*.

Na koniec zajmiemy się pytaniem istotnym, ale z obserwacyjnego punktu widzenia najtrudniejszym:

Czy nasz realny Wszechświat naprawdę rozszerza się ruchem przyspieszonym?

Czy pewne obiekty zawsze będą od nas uciekać z prędkością już teraz większą niż c i rosnącą z czasem?

Pewna grupa ambitnych obserwatorów twierdzi, że znalazła obserwacyjne potwierdzenie przyspieszonej ekspansji Wszechświata. Twierdzą oni mianowicie, że gdyby Wszechświat rozszerzał się ruchem opóźnionym, to supernowe w najdalszych widocznych galaktykach znajdowałyby się bliżej nas, niż to wynika z prostej ekstrapolacji prawa Hubble'a (5) w przeszłość — bo wskutek spowalniającej ekspansji światło miałoby do przebycia krótszą drogę. Powinny więc wydawać się jaśniejsze, niż to wynika z geometrycznego wyliczenia opartego na obserwowanej jasności supernowych w bliskich galaktykach. Tymczasem są ciemniejsze niż wskazują obliczenia. Autorzy obserwacji wyciągają stąd wniosek, że Wszechświat musiał rozszerzać się ruchem przyspieszonym.

Twierdzenie to opiera się na kilku, ogólnie mówiąc, śmiałyzych założeniach. Zakłada się, że wszystko, co istotne, wiemy o generacji blysku supernowej, nawet takiej, która wybuchła przed kilkoma miliardami lat. Zakłada się, że prawo Hubble'a (5) obowiązuje z tą samą wartością współczynnika H dla dowolnych odległości, tzn. że H zależy tylko od czasu, a nie od zmiennych przestrzennych. Zakłada się, że obserwowane względne pociemnienie zostało spowodowane w całości podczas wędrówki światła przez przestrzeń międzygalaktyczną, a nie wewnątrz galaktyki zawierającej supernowę. Zważywszy rewolucyjność wniosku, większa ostrożność w przyjmowaniu takich założeń byłaby bardzo wskazana. Szczególnie ryzykowne jest to w odniesieniu do prawa Hubble'a: wartość współczynnika H wyznacza się metodami czysto newtonowskimi dla małych (w sensie kosmologicznym) odległości, a następnie przenosi się ją bez zmian do teorii względności i stosuje do dowolnie dużych odległości. I wreszcie największa wątpliwość: szum wokół odkrycia przyspieszonej ekspansji Wszechświata nie został wywołany bezinteresownie. Odkrycie to i ten reklamowy szum pojawiły się w odpowiedzi na zapotrzebowanie modelu inflacyjnego, który już od 20 lat utrzymuje się na rynku z silną pomocą metod marketingowych i kampanii prasowych...

Pozostawiając tę sprawę w zawieszeniu, podkreślmy podstawową konkluzję z niniejszego tekstu:

Odległe obiekty we Wszechświecie mogą (a może nawet muszą) oddalać się od nas z prędkościami większymi niż lokalnie mierzona prędkość światła $c = 300\ 000 \text{ km/s}$ i nie jest to w żaden sposób sprzeczne z prawami szczególnej teorii względności.

Andrzej Krasiński jest pracownikiem naukowym PAN w warszawskim Centrum Astronomii Mikołaja Kopernika. Jego prace w dziedzinie teorii grawitacji koncentrują się na konstruowaniu niejednorodnych modeli kosmologicznych oraz jednorodnych modeli kosmologicznych z rotacją

Katastrofy astronautyczne

T. Zbigniew Dworak

Nie miejsce tu i pora na wynurzenia o prahistorii tych wynalazków oraz towarzyszących im katastrof, nawet słynnej rakiety V-2 Wernera von Brauna, która — o ironie historii — otwarła ostatecznie „drogę do gwiazd”. Zresztą von Braun nigdy nie wierzył Hitlerowi (a prawdopodobnie wręcz gardził nim), tylko cynicznie wykorzystał sytuację (militarną) do realizacji swoich marzeń. Dlatego też zaraz po wojnie bez skrupułów podjął współpracę z Amerykanami.

Pierwsza i jak dotąd najpoważniejsza katastrofa astronautyczna wydarzyła się w niespełna trzy lata po locie Sputnika I, kiedy to w 1960 r. na kosmodromie w Bajkonurze na stanowisku startowym wybuchła odpalana do lotu rakieta. Zginęło wtedy ponad 130 osób (!), z dymem poszły miliony rubli. (Nawiasem mówiąc, w połowie XIX w. władze carskie zeszły pewnego mieszkańca Moskwy za szerzenie „błędnych idei o możliwości podróży międzyplanetarnych” do... Bajkonuru).

W tym samym roku zginął też pierwszy niedoszły kosmonauta sowiecki Walentin Bondarienko. Spłonął w wy pełnionej czystym tlenem kabinie testującej długotrwały pobyt w samotności; do końca nie wiadomo, dlaczego (prawdopodobnie na skutek zwarcia elektrycznego nieizolowanych przewodów). Jednak to nie o nim pisał István Nemere w słynnej książce *Gagarin = kosmiczne kłamstwo?* Należy jednak zaliczyć ją do science fiction, ponieważ pomimo utajniania przez ZSRR programu kosmicznego lot Gagarina był faktem i Nemere po prostu uległ mistyfikacji bądź celowo rozpuszczanym fałszywym pogłoskom.

Dziwne, ale o katastrofach astronautycznych raczej nie wspomina chociażby Olgierd Wołczek w znanej pozycji *Loty międzyplanetarne* (drugiej — obok *Świata planet* — która w prestiżowej serii „Biblioteka Problemów” PWN doczekała się więcej niż jednego wydania).

Dnia 27 stycznia 1967 r. niepowodzenie spotkało również Amerykanów. Nie doszło co prawda do katastrofy w przestrzeni okoloziemskiej, ale trzej astronauti: Virgil Grissom, Edward White i Roger Chaffee spalili się w na pełnionej czystym tlenem kabinie *Apollo 1* podczas ćwiczeń naziemnych. Złożyło się na to kilka przyczyn. Po pierwsze zawiniło niedbalstwo i zaryzumiałość techników amerykańskich, którzy założyli nieizolowane kable elektryczne. Po drugie, gdyby Rosja nie utajniła swojej podobnej awarii, to może do tej następnej by nie doszło. Po trzecie, obsługa naziemna sygnalizowała pewne usterki, lecz astronauti nie chcieli sprawić zawodu obecnemu na trybunie prezydentowi Nixonowi. Znowu polityka wzięła góre nad pragmatyką...

Następna poważna katastrofa rakietowa zdarzyła się znowu na statku sowieckim *Sojuz 1* 24 kwietnia 1967 r. Akurat przebywałem wtedy na studiach w Moskwie i od rosyjskich kolegów astronomów miałem dość dokładne informacje o tym, co się stało (a co zostało odtajnione dopiero w wiele lat później). Władze sowieckie umyśliły sobie, iż kolejny lot załogowy, z udziałem Władimira Komarowa, musi odbyć się w rocznicę urodzin Władimira Iljicza Lenina (22 IV)! Zarówno rakieta nośna, jak i kabina kosmonauty wyka-

Katastrofy wynalazków i urządzeń technicznych zdarzały się zawsze. Dotyczy to również, może w największym stopniu, techniki rakietowej i astronautyki — zapewne dlatego, iż jest to technika „wybuchowa”, bardzo droga i niekiedy pociąga za sobą, niestety, liczne ofiary w ludziach



Władimir Komarov



Załoga Apollo 1

zywały mnóstwo usterek (ponad 200, jak się potem okazało). Obsługa naziemna starała się je usunąć, dlatego start odbył się z jednodobowym opóźnieniem (23 IV). Niestety, w trakcie powrotu zawiódł spadochron hamujący, źle złożony fabrycznie (!), czego już żadną miarą nie dało się przewidzieć. Linki się splatały, spadochron się nie rozwinął i statek niemal z prędkością kosmiczną uderzył w powierzchnię Ziemi. Władimir Komarow zginął prawdopodobnie jeszcze podczas przelotu przez atmosferę. W strzaskanej kabini znałeziono prawie całkowicie zwęglone szczątki...

Notabene, częściową odpowiedzialność za te katastrofy ponosił Nikita Chruszczow, naruciwszy wręcz Stanom Zjednoczonym ów kosmiczny wyścig, który w ostatecznym rozrachunku jednak przegrał ZSRR, niewydolny technologicznie i komputerowo, spętany w dodatku zakazami totalitaryzmu i patologią władzy genseka Breżniewa. Rosjanie górowali wyłącznie brutalną mocą silników napędowych rakiet. Np. sonda kosmiczna *Luna-15*, która miała osiągnąć (przed wyprawą *Apollo 11*) Księżyca, lądowała na nim jak nie przymierząc rozpędzony samochód na przydrożnym drzewie!

W kwietniu 1970 r. doszło już do awarii kosmicznej. Dążący ku Księżycowi statek *Apollo 13* z załogą: James Lovell (dowódcą), John Swigert i Fred Haise Jr., uległ awarii po opuszczeniu przestrzeni okoziemskiej, znajdując się już w odległości 66000 km do Srebrnego Globu, niemal w sąsiedztwie punktu libracyjnego L₁ (w którym, obrazowo mówiąc, znosi się na wzajem przyciąganie Ziemi i Księżyca).

Katastrofa (wybuch) nastąpiła w członie napędowym statku. Zostało uszkodzone zasilanie energetyczne, groziła też ucieczka tlenu. Astronauci musieli przejść do modułu lądującego, okrążyć w nim Księżyca i dopiero wtedy wrócić na Ziemię, co też szczęśliwie nastąpiło. Uważam zatem przypadek *Apollo 13* za największy jak dotąd sukces astronautyki: załoga w warunkach awaryjnych, z dala od Ziemi („Chłodno, głodno i do domu daleko...”), nie tylko obleciała Księżyca (inny manewr był po prostu niewykonalny!), ale cało i pomyślnie wróciła na Ziemię.

Nie powiodło się natomiast Rosjanom w czerwcu 1971 r. Co więcej, po zazdrościwszy Amerykanom widowiskowości lotów (nie mówiąc już o sukcesach), odtajnili i pokazywali lot *Sojuza 11* z trzyosobowa załogą: Georgij Dobrowolskij, Władisław Wołkow i Wiktor Pacajew, połączenie ze stacją *Salut* oraz trzytygodniowy pobyt na niej. Niestety, podczas powrotu nastąpiło rozhermetyzowanie modułu lądującego i wszyscy trzej kosmonauci zmarli mimo łagodnego lądowania oraz prób reanimacji. Zamiast tryumfalnych uroczystości — ogólnonarodowa żałoba. Jednak były też pozytywne następstwa: wkrótce rozpoczął się wspólny amerykańsko-sowiecki program *Apollo-Sojuz*. Później ten międzynarodowy program umacniał się (choć wstępowały również trudności) i rozwijał; trwa on do dziś, czego wyrazem jest budowa okoziemskiej, międzynarodowej stacji kosmicznej *Alfa*.

Przez kolejne 15 lat nie dochodziło do poważniejszych wypadków, a w każdym razie nie z udziałem ludzi. Ot, zetrawała się łączność z sowieckimi sondami międzyplanetarnymi misji *Fobos* przy ich podejściu do układu Marsa, ponieważ operatorka centrum lotu na Krymie wysłała niewłaściwą komendę. (Nawiasem mówiąc, polscy informatycy, którzy obsługiwieli wcześniej rosyjski program *Vega*, wyprawy sondy automatycznej na Wenus i do komety Halleya, zaproponowali swoją pomoc jako doświadczeni fachowcy, ale im odmówiono: — *My tuczsze eto sdielajem!*...).

Następna ogromna tragedia astronomiczna wydarzyła się 28 stycznia 1986 r. W kilkadziesiąt sekund po startie *Challenger* z Cape Canaveral, na oczach tysięcy widzów i rodzin astronautów, wahadłowiec gwałtownie eksplodował, a szczątki spadły do Atlantyku. Znowu zawiązała się niefasobliwość obsługi naziemnej, która nie posłuchała ostrzeżeń meteorologów, iż przy tak niskiej temperaturze nie należy startować! Pękły w dopalaczach uszczelki gumowe i paliwo wybuchło. Zginęły siedmiu astronautów, w tym nauczycielka Sharon Christa (Corrigan) McAuliffe. Okazało się, iż śmierć nie dosięgnęła ich od razu — w wydobytym module niektóre ciała były częściowo ubrane w skafandry, czyli że próbowały się jeszcze ratować!

I wreszcie 1 lutego br. zdarzył się podobny, a raczej jeszcze tragiczniejszy wypadek niż ponad 30 lat temu Rosjanom. Po dwutygodniowym pobycie w przestrzeni okoziemskiej i na stacji kosmicznej *Alfa* stary wahadłowiec *Columbia* z siedmioma astronautami (w tym dwie kobiety i pierwszy astronauta Izraela), powracał na Ziemię. Podczas wejścia do atmosfery, już na wysokości sześćdziesięciu kilku kilometrów nastąpiła eksplozja i na oczach przerażonych mieszkańców Stanów Zjednoczonych wahadłowiec rozpadł się na tysiące części. Zginęły wszyscy. Szczątki załogi i statku zauważono na obszarze kilku południowych stanów. Awaria nastąpiła prawdopodobnie na skutek skoku



Załoga Sojuza 11: Georgij Dobrowolskij, Władisław Wołkow, Wiktor Pacajew

termicznego na lewym skrzydle wahadłowca, co z kolei było spowodowane... I tu wielka niewiadoma! Coś w niego uderzyło, ale co? Jeśli był to meteoroid, wtedy nie ma powodu wstrzymywać eksploracji kosmosu. To jest *vis maior*, jak uderzenie pioruna na Ziemi (przydarzyło się to zresztą jednej z amerykańskich rakiet z załogą w trakcie lotu przez atmosferę, lecz bez żadnych poważniejszych następstw). Mógł też uderzyć jeden z kilkunastu tysięcy „śmieci” krążących już od dziesięcioleci wokół Ziemi (jako uboczny efekt lotów kosmicznych). Wreszcie mogło to być zmęczenie materiału samego statku i w takim razie pora wymienić wahadłowce. To jednak kosztuje.

Amerykanów prześladowała jeszcze inne niepowodzenia astronautyczne, będące raczej wynikiem niejakiej beztroski i pewnego zarozumiałstwa („My wszystko umiemy najlepiej!”). Na przykład okazało się, że w wystrzelonym za miliony dolarów Teleskopie Kosmicznym Hubble'a (*Hubble Space Telescope*) w Stanach zostało źle wyszlifowane i wyjustowane główne zwierciadło o średnicy 2,4 m (co inni potrafią bez problemu wykonać) i przekazywane obrazy były nieostre, a zasięg mniejszy niż się spodziewano. Podatnicy amerykańscy dostali szala, a złośliwcy nazywali ten instrument *Hobble Space Telescope* („Kulawy Teleskop Kosmiczny”). Musieli do Teleskopu dotrzeć na wahadłowcu astronauti i ręcznie (!) wyjustować zwierciadło, tak iż obecnie otrzymujemy wreszcie znakomite zobrazowania.

Podczas lotu amerykańskiej sondy *Galileo* do układu Jowisza nie rozłożyła się główna antena, więc informacje o nim nie mogły być przekazywane w czasie realnym — i w efekcie sonda „cyka nimi po trochu”!

Kompletnym fiaskiem skończyła się sławetna (niesławna?) misja *Mars Polar Lander*, która miała przynieść rozstrzygnięcie, czy w okolicy biegunowej na Marsie znajduje się dużo wody w stanie stałym (lodu). Sonda nagle zamilkła i najprawdopodobniej roztrząskała się o powierzchnię Czerwonej Planety.

Problemy innego rodzaju, bo ekonomiczne, mieli Rosjanie. Długo im brakowało funduszy na sprowadzenie



Katastrofa Challengera w 1986 r.

— z ulegającej częściowej awarii — stacji orbitalnej *Mir* kosmonauty Walerija Polakowa, który ostatecznie przebywał na niej 438 dni (po czym przez pół roku przechodził rekonwalesencję)! Wreszcie w 2001 r. bezłudny *Mir* został sprowadzony celowo do atmosfery Ziemi nad południowym Pacyfikiem, gdzie uległ dezintegracji.

„Minikatastrofy” astronautyczne zdarzały się również w Polsce. Najpierw, w latach 70. ubiegłego wieku wstrzymano prof. Jackowi Walczewskiemu (i Instytutowi Lotnictwa w Warszawie) prace nad udaną konstrukcją rakiet typu *Meteor* (zob. np. „*Urania*” 12/1981), które w końcowym efekcie mogły przynieść wystrzelenie polskiego sztucznego satelity. (Niewykluczone, iż zakaz przyszedł z Moskwy pod rządami Breźniewa).

Następnie, rok temu, KBN nie zechciał finansowo wesprzeć reaktywowanego czasopisma „*Astronautyka*”, która w związku z tym przestała się znowu ukazywać! Powtórzyła się w pewnym sensie sytuacja sprzed 70 laty, kiedy to w 1933 r. Ary Sternfeld wygłosił na Uniwersytecie Warszawskim referat naukowy na temat astronomii, który jednak został przyjęty

przez pewnych uczonych dość chłodno jako... fantazja niewarta obliczeń i dociekań. W rok później Ary Sternfeld wyjechał do Francji, gdzie za swoją monografię *Wstęp do kosmonautyki* otrzymał międzynarodową nagrodę. Następnie udał się do ZSRR, gdzie już pozostał na stałe. W ten sposób Polska została pozbawiona teoretycznego nawet udziału w badaniach rakietowych i astronautycznych. Obecnie zaś podobni „koryfeusze nauki” znowu decydują, co jest dobre, a co nie dla Polski. Rozwój nauki polskiej w ogóle stoi ostatnio pod wielkim znakiem zapytania (głównie ze względów finansowych).

Nauka w Polsce znajduje się wręcz w zapaści, na co dawno zwrócił uwagę sam Stanisław Lem (zob. np. *Tako rzeźce... Lem*). Właściwie biorąc, to nie jest już nauka, to jest *science fiction*!

Dr hab. Tadeusz Zbigniew Dworak, profesor nadzwyczajny w Zakładzie Kształtowania i Ochrony Środowiska Wydziału Geodezji Górnictwa i Inżynierii Środowiska AGH w Krakowie

Misja Constellation-X

Constellation-X stanowi zespół potężnych teleskopów rentgenowskich, jakich dotychczas nie używano w tym zakresie widma. Będą one orbitować blisko siebie i współpracować ze sobą, aby jednocześnie obserwować te same odległe obiekty. Poprzez nałożenie danych ze wszystkich satelitów otrzymamy sygnały 100 razy silniejsze niż z jakiegokolwiek wcześniejszego teleskopu rentgenowskiego.

Projekt Constellation-X jest kluczową częścią programu Struktura i ewolucja

Wszechświata, który to

stara się odpowiedzieć na takie pytania, jak:

— Co zasilało Wielki Wybuch?

— Co się dzieje na krawędzi czarnej dziury?

— Czym jest ciemna energia?

Misja Constellation-X w szczególności jest poświęcona rozwiązaniu tajemnic:

• **Czarnych dziur:**

Obserwacje linii żelaza w widmach masywnych czarnych dziur sprawdzą Ogólną Teorię Względności Einsteina w obszarze o bardzo dużej grawitacji. Misja ma także na celu określenie, jak czarne dziury ewoluują i produkują energię, a tym samym dostarczenie istotnych informacji o całkowitej produkcji energii we Wszechświecie.

• **Tworzenia się galaktyk:**

Constellation-X zajrzy głęboko w przeszłość Wszechświata, aby obserwować tworzenie się gromad galaktyk — największych znanych we Wszechświecie struktur.

• **Ciągle nie wykrytej materii we Wszechświecie:**

Uczeni mają jeszcze do znalezienia dużą część materii, która powinna była powstać podczas Wielkiego Wybuchu i ciągle powstaje podczas reakcji jądrowych w gwiazdach. Constellation-X będzie poszukiwać tej materii – bariońów - w takich miejscach jak optycznie ciemne i pozornie puste obszary pomiędzy galaktykami.

Cele naukowe

Obecnie cele naukowe misji to badanie następujących obiektów i zjawisk astronomicznych:

• **Supermasywnych czarnych dziur, w tym:**

— akrecji materii na czarne dziury a także ewolucji supermasywnych czar-

nich dziur znajdujących się w centrach aktywnych galaktyk,

— obliczenia tempa rotacji i masy czarnych dziur metodą przesunięcia dopplerowskiego, relatywistycznych poszerzeń linii widmowych, odbiciowych analiz linii K żelaza z najbardziej wewnętrznych obszarów dysku akcrecyjnego,

— określenia geometrii wypływów akrecyjnych w AGN-ach poprzez obserwacje odbicia Comptonowskiego, częsciowe zakrycia oraz absorpcję przez wypływającą i wpływającą materię.

• **Końcowych etapów ewolucji gwiazd oraz rentgenowskich układów podwójnych, a więc:**

— zastosowania rentgenowskich pomiarów prędkości radialnej do określenia rozkładu masy czarnych dziur, gwiazd neutronowych i białych karłów w układach podwójnych,

— pomiaru grawitacyjnych przesunięć ku czerwieni na powierzchni białych karłów w liniach pola magnetycznego przy wykorzystaniu fluorescencji linii K żelaza.

• **Gromad galaktyk oraz gazu gromadowego, czyli:**

— badanie ewolucji gromad poprzez określenie obfitości pierwiastków, gęstości i rozkładu temperatury dla dużej liczby gromad o małych i dużych przesunięciach ku czerwieni ($z > 0,5$),

— sporządzenie mapy profilu prędkości chłodzącej się wypływającej materii i określenie zależności tego profilu od dominującej galaktyki centralnej,

— zbadanie dystrybucji prędkości zlewających się podgromad i poszukiwanie masowych i turbulentnych ruchów,



Satety misji Constellation-X w przestrzeni kosmicznej – wizja artystyczna

— wyznaczenie parametrów kosmologicznych poprzez pomiary absorpcji linii rentgenowskich przez gorący gaz w gromadach galaktyk używając jako tła AGN-ów.

• *Galaktyk i ośrodka międzygalaktycznego, w tym:*

— wyznaczenie limitu kosmologicznej gęstości gorącego rozmytego ośrodka międzygalaktycznego dzięki zastosowaniu rentgenowskiego testu Gunna-Petersona,

— zbadanie ewolucji ośrodka międzygalaktycznego poprzez wyznaczenie obfitości pierwiastków chemicznych w szerokim zakresie przesunięć ku czerwieni,

— stworzenie mapy natężeń międzygalaktycznego pola magnetycznego dzięki pomiarom odwrotnego rozpraszań Comptona mikrofalowego promieniowania tła na relatywistycznych elektronach w dżetach obserwowanych w AGN-ach,

— przeprowadzenie pomiarów składu i gęstości gorących halo galak-

tyk eliptycznych i ukazanie złożonej wielofazowej natury gorącego ośrodka międzygwiazdowego w pobliskich galaktykach spiralnych i nieregularnych,

— badanie bogactwa się galaktyk w pierwiastki cięższe dzięki rozpraszańiu produktów nukleosyntezy podczas eksplozji supernowych i przez wiatry gwiazdowe.

• *Pozostałości po supernowych, a więc:*

— określanie obfitości oraz rozkładu atomów o średnich Z, od węgla do cynku w rozcięgłych pozostałościach po supernowych,

— zidentyfikowanie miejsc akceleracji promieni kosmicznych w nowych pozostałościach po supernowych, używając nietermicznych sygnatur,

— oznaczenie i pogrupowanie pozostałości po supernowych używając do tego widm (o wysokiej rozdzielczości) pozostałości po supernowych w odległych galaktykach.

• *Koron gwiazdowych:*

— spektroskopia plazmowa i obrazy Dopplerowskie aktywności koronalnej dla gwiazd wczesnych i późnych typów widmowych, aby bezpośrednio określić rozkład temperatury, położenie, masę i gęstość obszarów emisji,

— badanie pola magnetycznego, ruchów, gęstości i obfitości materii w rozbłyskach gwiazdowych,

— badanie związków pomiędzy koroną Słońca i pobliskich gwiazd późnych typów widmowych o działalności promieniowania podobnej do Słońca, a także koron najjaśniejszych gwiazd w gromadach kulistych i Obłokach Mancellana,

— badanie formowania się i ewolucji dynam magnetycznych w otoczonych obłokami molekularnymi młodych gwiazdach przed wstąpieniem na ciąg główny poprzez obserwowanie ich aktywności koronalnej w zakresie rentgenowskim na widmach o wysokiej rozdzielczości.

Słowem, misja Constellation-X odniesie się do fundamentalnych zagad-

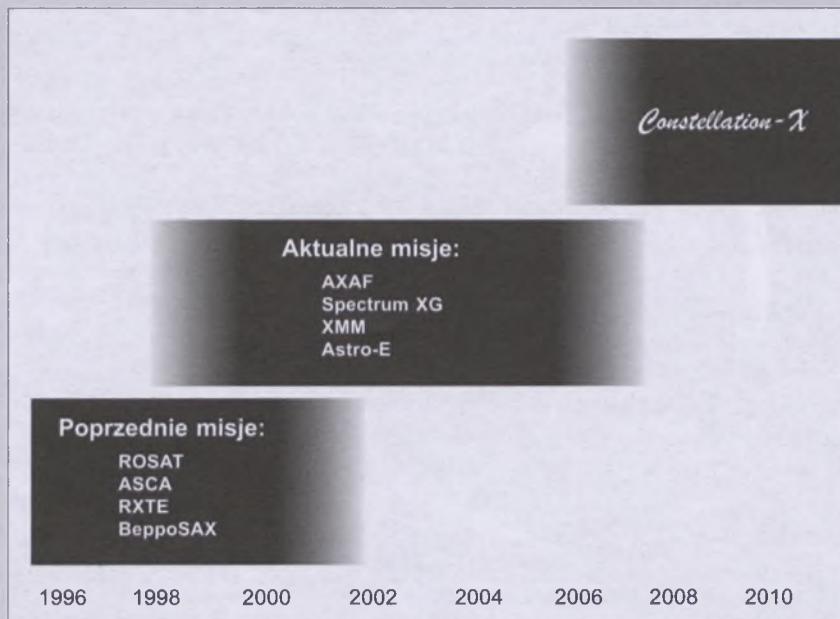
nień dotyczących struktury i ewolucji Wszechświata.

W jaki sposób możemy wykorzystać obserwacje czarnych dziur do testowania Ogólnej Teorii Względności?

Ponieważ supermasywne czarne dziury reprezentują najbardziej ekstremalne znane nam warunki grawitacyjne, zniekształcenia czasu i przestrzeni przewidziane przez Ogólną Teorię Względności są najbardziej widoczne w pobliżu tych obiektów. Szerokie linie emisyjne żelaza Ka odkryte niedawno przez Obserwatorium ASCA w wielu rentgenowsko jasnych AGN-ach wydają się być poszerzone na skutek efektów relatywistycznych, wskazując na to, że wiele emisji pochodzi z obszarów bliskich horyzontowi zdarzeń. Ta własność spektralna to nowe narzędzie diagnostyczne, które pomoże Constellation-X wyznaczyć geometrię wewnętrznych obszarów emisji i określić, w jak dużym stopniu możemy przetestować Ogólną Teorię Względności. Takie obserwacje rentgenowskie bezpośrednio sprawdzają warunki fizyczne w pobliżu centralnego źródła energii i są jedynym sposobem określenia spinu czarnej dziury, co satelita Constellation-X będzie w stanie zrobić dla dużej ilości AGN-ów.

Jaki jest całkowity rozkład energii we Wszechświecie?

Dotychczas nie poświęcano zbyt wiele uwagi źródłom energii w zakresie innym niż optyczny i UV. Jednakże pierwsze obserwacje nieba w zakresie twardego promieniowania X przez misje ASCA i BeppoSAX ujawniły, że centralne źródła energii w wielu AGN-ach są widoczne głównie właśnie w twardych promieniach X (i także prawdopodobnie w podczerwieni). Podkreśla to ważną rolę zakresu twardego promieniowania X w badaniach nad produkcją energii w AGN-ach. Całkowita energia akrecyjna uwalniana przez AGN może być porównana do energii generowanej w reakcjach jądrowych całej populacji gwiazd, ale centralna działalność promieniowania może być ukryta poza nieprzejrzystymi regionami tworzenia się gwiazd w promieniu 100 parseków od AGN-u. Jeżeli większość akrecji we Wszechświecie jest przesłonięta przez takie obszary, wtedy moc emisyjna na galaktykę obliczona na podstawie obec-



Ramy czasowe misji Constellation-X i innych satelitów rentgenowskich

nie dostępnych funkcji działalności promieniowania dla kwaźarów w zakresie optycznym, UV i miękkich promieni X może być znacznie zanieżona. Poprzez użycie widm w zakresie twardych promieni X misja Constellation-X pogłębi naszą wiedzę na temat całkowitej produkcji energii we Wszechświecie.

Jaką rolę w ewolucji galaktyk spełniają supermasywne czarne dziury?

Podczas gdy czarne dziury są często spotykane w jądrach galaktyk, ich pochodzenie, ewolucja i wpływ, jaki mają na ewolucję całej galaktyki nie są jeszcze dobrze zrozumiane. Kwaźary i AGN-y dostarczają ważnych wskazówek poprzez emisję promieniowania X. Pasmo X powyżej kilku keV, podobnie jak daleka podczerwień, jest łatwe do obserwacji, nawet przez przesłaniające obszary tworzenia się gwiazd, i dla tego umożliwia obserwację własności AGN-ów o dużych przesunięciach ku czerwieni. Obserwacje optyczne sugerują, że największa aktywność AGN-ów ma miejsce na z wynoszącym około 2,3, i spada gwałtownie na $z = 1,5$, gdy zaczyna się okres gwałtownego powstawania gwiazd. Z drugiej strony, dyskretne źródła obejmujące 80% tła w promieniach X w zakresie 1 keV w głębokich polach w obserwacjach wykonanych przez satelitę ROSAT ukazują nam głównie AGN-y o średnim $z = 1,5$. W przeciwieństwie do próbek optycznych, te wybrane kwaźary rentgenowskie, te wybrane kwaźary rentgenowskie, które rozciągają się aż do $z = 4$, nie

wykazują żadnych dowodów na to, żeby ich populacja zmniejszała się w kierunku wyższych z . Pomiary mas i spinów czarnych dziur wybranej próbki kwaźarów o dużym z dostarczą nam ważnych informacji dotyczących zależności ewolucji galaktyk od własności masywnych czarnych dziur, które się w nich znajdują. Spróbujmy odpowiedzieć na takie pytania, jak: jakie są podobieństwa pomiędzy masą i spinem masywnych czarnych dziur na $z = 3$, a tymi w lokalnym Wszechświecie? Czy masywne czarne dziury powstają w tym samym czasie co galaktyki, czy też później? Jak szybko ewoluują takie galaktyki i jakie są etapy ich ewolucji?

Jak gaz przemieszcza się w dyskach akrecyjnych i jak powstają kosmiczne dżety?

Dyski akrecyjne odgrywają ważną rolę w wielu przypadkach, od formowania się układów planetarnych po akcję na supermasywne czarne dziury w AGN-ach. Dostarczają one mechanizmu, który umożliwia uwalnianie energii grawitacyjnej, i który jest 10 razy bardziej wydajny niż spalanie jądrowe. Dlatego badanie dysków akrecyjnych jest obecnie tak istotne dla astrofizyki. Ale pomimo znacznych postępów, podstawy działania dysków akrecyjnych ciągle stanowią zagadkę. Istnieją kontrowersje co do natury lepkości, która napędza proces akrecji, co do stabilności dysków w różnych etapach akrecji, co do ważności wpływów masy oraz co do mechanizmów tworzenia się dżetów.

Najrozsądzniejszymi miejscami badania podstaw fizyki akrecji są pobliskie układy w naszej Galaktyce, takie jak zmienne kataklizmiczne i rentgenowskie układy podwójne, w których promieniowanie X, UV i optyczne jest często zdominowane przez emisję z dysku. Optycznie grube dyski produkują „łagodne” widma, natomiast dyski optycznie cienkie mogą być niezwykle gorące. Spektralne obserwacje o wysokiej czułości i rozdzielczości nowych rentgenowskich i nowych karlowatych w fazie spoczynku, kiedy przepływ masy przez dysk wydaje się być znacznie zredukowany, mogą pomóc poznać naturę lepkości i niestabilności w dysku. Badanie widm mikrokwazarów w rentgenowskich układach podwójnych w Galaktyce także pomoże w przetestowaniu fizyki dysków akrecyjnych — poprzez zanalizowanie linii pochodzących z fotosfery dysku i poprzez pomiary kształtu kontinuum w szerokich pasmach.

Gdzie się podziały „brakujące bariony” w naszym otoczeniu?

Ostatnie obserwacje lasu linii Lymana pokazują, że na dużych z większością przewidzianej ilości barionów znajduje się w ośrodku międzygalaktycznym. Jednak na mniejszych z, w gwiazdach, wodorze neutralnym, rentgenowskich obłokach gazu, liczba barionów jest mniejsza niż przewidziana. Większa część przewidzianej liczby barionów w lokalnym Wszechświecie pozostaje na razie nie odkryta. Symulacje numeryczne tworzenia się i ewolucji różnych struktur we Wszechświecie pokazują, że

znacząca liczba barionów na małych z może znajdować się w ośrodku międzygalaktycznym o temperaturze z zakresu 10^5 – 10^7 K. Oczekujemy, że H, He i inne pierwiastki o niskim potencjale jonizacji będą wysoko zjonizowane w takim ośrodku i dlatego nie tworzą wykrywalnych linii absorpcyjnych w paśmie optycznym i UV. Taki gaz w ośrodku międzygalaktycznym może być wykrywany dzięki instrumentom o wysokiej czułości i rozdzielczości, jakie będą znajdować się w wyposażeniu Constellation-X, poprzez linie emisyjne OVII i OVIII i przez linie absorpcyjne metali widoczne na tle widma rentgenowskiego kwazarów.

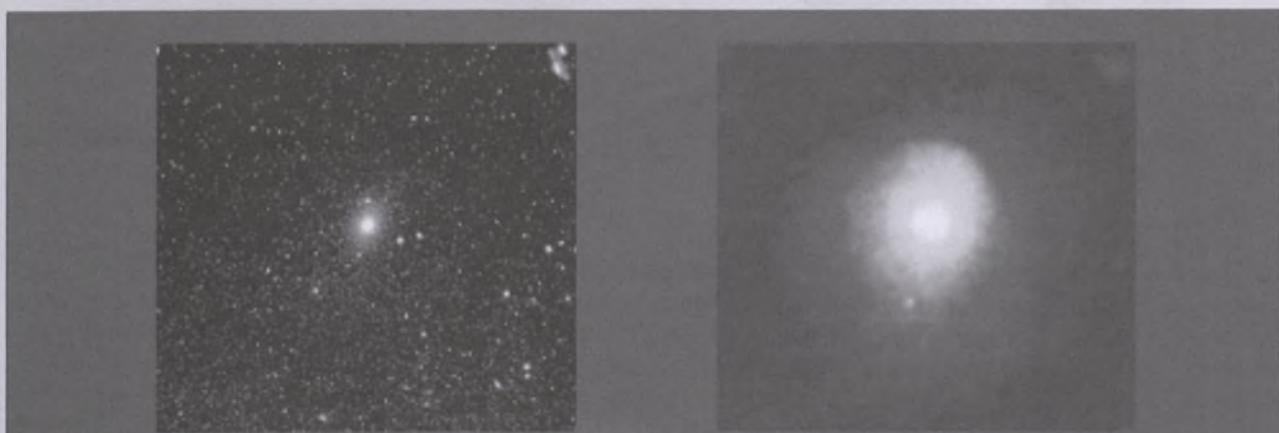
Kiedy powstały gromady galaktyk i jak przebiega ich ewolucja?

Głównym składnikiem masy baryonowej gromad galaktyk, największych znanych tworów grawitacyjnych, jest gorący gaz w ośrodku międzygalaktycznym. Pomiary widma promieniowania hamowania i rezonansowych linii emisyjnych powstałych w wyniku zderzeń pokażą wspólne skutki nukleosyntezy gwiazdowej, rozpraszania ciężkich pierwiastków w ośrodku międzygwiazdowym przez wiatry gwiazdowe i wybuchy supernowych oraz przekazywanie wzbogaconej materii do ośrodka międzygromadowego przez wiatry galaktyczne i zderzenia galaktyk.

Do dzisiaj obfitości pierwiastków w gromadach zostały zmierzone w paśmie X do dochodzącego do 0,4 i ujawniły, że materia pochodzi od wybuchów supernowych typu I i II, ale nie zauważono żadnej zależności od z. Widma gro-

mad na różnych z otrzymane przez Constellation-X, włączając w to widma na dużych z odkryte przez misje Chandra i XMM, dostarczą istotnych informacji dotyczących obecności pierwotnego gazu, włączając w to jakikolwiek wkład od możliwych przedgalaktycznych pokoleń gwiazd, jak również wkład od nukleosyntezy gwiazdowej. Niezwykle wysoka czułość przyrządów jest niezbędna do włączenia w te badania również grup galaktyk — tworów mniejszych niż gromady.

Poprzez mapowanie rozkładu prędkości gorącego gazu gromadowego przez przesunięcia Dopplerowskie w linach emisyjnych, misja umożliwi nam badanie dynamiki wewnętrz gromad i studiowanie efektów kolizji i połączeń galaktyk w gromadach. Jeśli, jak się spodziewamy, obserwacje z Chandry i XMM wskażą na złożony rozkład temperatury gazu gromadowego, jak również na brak równowagi hydrostatycznej (spowodowany na przykład częstym łączeniem się galaktyk), wtedy pomiary rozkładu prędkości i dynamiki wykonane przez Constellation-X będą konieczne do stworzenia precyzyjnych map całkowitego składu materii i rozkładu świecącej i ciemnej materii w gromadach i grupach galaktyk. Jest to istotne dla określenia całkowitego składu materii baryonowej i niebarionowej we Wszechświecie, a także dla prób odpowiedzi na wiele pytań natury kosmologicznej dotyczących nukleosyntezy Wielkiego Wybuchu, tempa ekspansji i losu Wszechświata. Na te pytania niezależnie będą się też starały odpowiedzieć misje MAP i Planck.



Na zdjęciach została pokazana gromada galaktyk w Pannie, po lewej w zakresie optycznym, po prawej — w rentgenowskim. Na zdjęciu optycznym jasna galaktyka eliptyczna w centrum jest otoczona przez gromadę podobnych galaktyk. Dla kontrastu zdjęcie w promieniach X pokazuje ogromną kulę gorącego gazu, masa której znacznie przekracza masę wszystkich galaktyk w gromadzie Panny. Gaz jest „trzymany” przez ciemną materię, która ma dominujący wkład w całkowitą masę systemu. Obserwacje w zakresie X są niezbędne do określenia składu materii, obfitości metali i profilu prędkości gromady

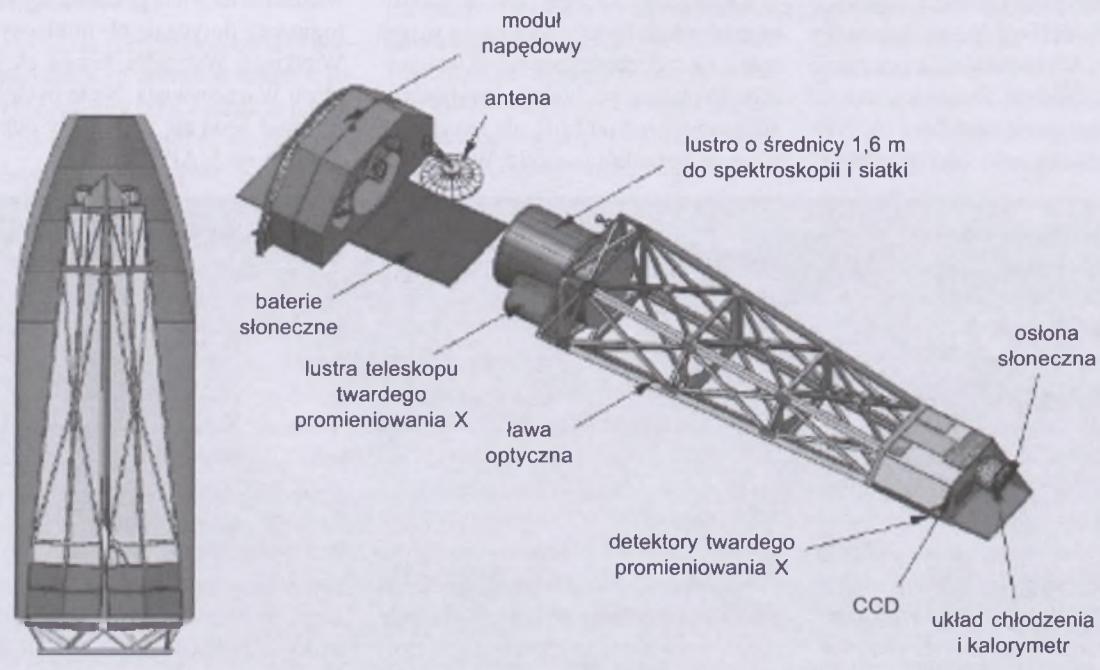
Jak wygląda wymiana materii i energii pomiędzy gwiazdami a ośrodkiem międzygwiazdowym? Jak następuje wzbogacanie ośrodka międzygalaktycznego?

Ośrodek międzygwiazdowy to złożony system wzajemnie oddziałującego gazu, pyłu, promieniowania kosmicznego i pól magnetycznych. Po Wielkim Wybuchu chemiczna ewolucja Wszechświata została zdominowana przez tworzenie się gwiazd, nukleosyntezę w gwiazdach i przedostawanie się przerobionej materii do ośrodka międzygwiazdowego za pomocą wiatrów gwiazdowych i wybuchów supernowych. Dlatego spektroskopia rentgenowska rozgrzanej przejściem fali uderzeniowej plazmy w pozostałościach po supernowych jest podstawowym narzędziem do badania tego procesu i rozwiązania wielu pozostałych tajemnic. Działające widma rentgenowskie ujawniają skład chemiczny gwiazd i supernowych, skład ośrodka międzygwiazdowego i interakcję ekspandującej fali uderzeniowej z otaczającą materią. Ponadto wybuchy supernowych i wzmożone procesy formowania się gwiazd mogą spowodować ucieczkę gorącego gazu z galaktyki, co z kolei prowadzi do wzbogacenia ośrodka międzygalaktycznego lub międzygromadowego do odległości megaparseców.

Pomiar continuum w widmach wysokiej energii świeżących pozostałości po supernowych dostarcza także ważnych informacji o możliwych miejscach przyspieszania promieniowania kosmicznego. Kamery CCD, takie jak w misjach ASCA, Chandra, XMM i Astro-E, zapewniają wystarczającą rozdzielcość spektralną, aby zmierzyć obfitości bardziej powszechnych pierwiastków, jak O, Ne, Mg, Si, S, Ar, Ca i Fe, ale połączenie satelitów misji Constellation-X da też możliwość zmierzenia linii K takich pierwiastków, jak F, Na, Al, P, Cl, K, Sc, Ti, V, Cr, Mn, Co, Ni, Cu i Zn. Takie dane wyjdą poza klasyfikację typu wybuchu supernowej i zwiążą modele nukleosyntezy, a także zostaną połączono z modelami powstawania gwiazd i ich ewolucji, aby ustalić całkowitą sumę wzbogaconej materii wracającej do ośrodka międzygwiazdowego. Zwiększoną czułość Constellation-X pozwoli nam rozszerzyć te badania na dalsze galaktyki, poza Obłoki Magellańskie, na przykład do M31 i M33, co umożliwi nam większe zrozumienie historii tworzenia się gwiazd i wymiany materii pomiędzy ośrodkiem międzygwiazdowym i gwiazdami. Pozwoli nam to przewidzieć skład ośrodka międzygromadowego i międzygalaktycznego w różnych modelach teoretycznych.

Jaka jest rola pola magnetycznego w ewolucji gwiazd?

Pochodzenie gwiazdowych pól magnetycznych, które przypisuje się dynamu magnetycznemu pracującemu we wnętrzu gwiazdy i procesom prowadzącym do aktywności gwiazdowej, pozostaje ciągle jednym z nieroziwiązanych problemów współczesnej astrofizyki. Podczas tworzenia się gwiazd pole magnetyczne ma prawdopodobnie istotne znaczenie przy wyhamowywaniu mgławicy protogwiazdowej i formowaniu dysku akrecyjnego otaczającego protogwiazdę (w ten sposób wpływając również na tworzenie się planet). Pole magnetyczne może regulować utratę momentu pędę przez protogwiazdy i małe obiekty gwiazdowe i regulować utratę spinu w czasie fazy T-Tauri i pobytu na ciągu głównym. Pole magnetyczne odgrywa także kluczową rolę w transporcie momentu pędę we wnętrzach gwiazd i najprawdopodobniej jest odpowiedzialne za rotację masy głęboko we wnętrzu Słońca. Tworzenie się dżetów wypływających z obiektów protogwiazdowych, wiatry gwiazdowe z gwiazd późnych typów widmowych w różnych etapach ewolucji, kreacja i regulacja aktywności gwiazdowej — na wszystkie te procesy w dużym stopniu wpływa pole magnetyczne. Możemy badać gwiazdowe pola magnetyczne



Konfiguracje teleskopów

i wszystkie związane z nimi procesy po- przez obserwacje plazmy, która w wy- niku aktywności gwiazdowej znajduje się tuż nad powierzchnią gwiazdy i emi- tuje promieniowanie rentgenowskie.

Misja Constellation-X zastosuje tech- niki badawcze stosowane dotychczas tylko do badań Słońca (pomiar tempe- ratury, gęstości, obfitości pierwiastków i równowagi jonizacyjnej), do zbadania dużej próbki gwiazd. Takie obserwacje będą musiały odnieść się do nowych metod badań, takich jak obserwacje flu- orescencyjnych linii żelaza K w foto- sfere (wzbudzanych przez promienie X) i powiązać te dane z przeglądem ge- stości i Dopplerowskim poszerzeniem rotacyjnym. Dokładna charakteryzacja własności plazmy termicznej na tle ca- łącz gamy parametrów gwiazdowych ma na celu badanie fizyki koron gwiazdo- wych — ich struktury i ogrzewania jako funkcji typu widmowego gwiazdy i po- ziomu aktywności gwiazdowej, także dla gwiazd przed ciągiem głównym.

Opis misji

Satelite wchodzące w skład misji Constellation-X zostaną umieszczone na orbicie wokół punktu Lagrange'a L2 układu Słońce–Ziemia (w przybliżeniu 1,5 mln kilometrów od Ziemi w kierun- ku przeciwsłonecznym). Punkt L2 zo- stał wybrany, ponieważ jest on najdo- godniejszy do prowadzenia obserwacji, panują tam optymalne warunki termicz- ne, jest niski poziom promieniowania, zapewnia też łatwość komunikacji i kie- rowania satelitami. Transfer do punktu L2 nastąpi prawdopodobnie przy wyko- rzystaniu grawitacji Księżyca, aby zmi- nimalizować wymagania dotyczące na- педu.

Nie ma jeszcze końcowego projektu konfiguracji teleskopów. Za najbardziej ekonomiczny uważa się projekt GSFC/ SAO (NASA Goddard Space Flight Center/Smithsonian Astrophysical Observatory), zakładający budowę czterech satelitów, które byłyby wystrzeliwane po dwa, przy użyciu rakiet Atlas V.

Moduły teleskopów w tym projekcie są podzielone na trzy części. W pierw- szej (dolnej lub tylnej) części znajdująć się ma cała optyka, tzn. lustra telesko- pów SXT (Spectroscopy X-Rays Tele- scope) i HXT (Hard X-Ray Telescope). W części przedniej satelity znajdują- się mają detektory i połączone z nimi

PODSTAWOWA CHARAKTERYSTYKA MISJI

Minimalna powierzchnia efektywna:	15 000 cm ² dla 1 keV 6000 cm ² dla 6,4 keV 1500 cm ² dla 40 keV
Minimalna kątowa zdolność rozdzielcza teleskopu:	15" w zakresie od 0,25 do 10 keV 1' przy około 10 keV
Spektralna zdolność rozdzielcza (E/DE):	300-3000 w zakresie 0,25-10,0 keV > 10 dla 40 keV
Pasmo przepuszczalności:	od 0,25 do 40 keV
Średnica pola widzenia:	SXT > 2,5 minuty łuku > matryca 30×30 (5" piksele) HXT > 8 minut łuku > 5 lat (pełna funkcjonalność)
Przewidywany „czas życia” misji:	

urządzenia chłodzące, elektronika, me- chanizmy skupiące, struktury wspo- magające i parasol przeciwsłoneczny. Część środkowa ma długość 10 m i jest to odległość ogniskowa. W części tej znajduje się również kontrola temperatu- ry, przepustnica promieniowania X i okablowanie elektryczne.

Wokół części optycznej „owinięty” jest moduł sterujący. Jest to 3-osiowy stabilizowany moduł zaopatrzony w sys- tem napędowy wykorzystujący hydra- zynę (N_2H_4) do korygowania orbity i utrzymywania pojazdu w odpowied- niej pozycji. Moduł sterujący został tak oddzielony od „ładunku”, żeby zmini- malizować koszty i problemy z zapro- jektowaniem odpowiednich instrumen- tów. Całkowita masa każdego z czterech satelitów będzie wynosić około 2500 kg, dzięki czemu rakieta Atlas V będzie mog- ła wynieść dwa satelity równocześnie. Istnieje także alternatywny projekt sze- ściu satelitów, każdy o wadze 1450 kg, które mogłyby zostać wyniesione przy użyciu rakiety Delta II.

Technologia

Pytania naukowe, na które odpowie- dzi ma dostarczyć misja Constellation- X, wymagają znacznego zwiększenia powierzchni efektywnej, rozdzielcości energii oraz pasma przepuszczalności. Aby udało się to w ramach rozsądnych kosztów, zostało przedstawione nowe podejście do rozwoju i kierowania misją, jak również zostały wykorzystane technicze rozwiązania z innych programów kosmicznych. Znamienną cechą tej kon- cepcji jest zminimalizowanie kosztów i ryzyka poprzez budowę identycznych, nieskomplikowanych satelitów, zdol-

nich osiągnąć większą powierzchnię.

W przypadku wielu obiektów astro- nomicznych krótkie zmiany w zakresie rentgenowskim widma dostarczają istot- nych informacji dotyczących ich fizyki. Jednak na przykład w przypadku roz- blysków gwiazdowych skale czasowe, które nas interesują, to dziesiątki sekund, a dla AGN-ów — kilka godzin. Badanie zmienności wymaga zarówno dużej powierzchni zbierającej, jak i ciągłych obserwacji danego obiektu. Aby spro- stać tym wymaganiom powierzchnia efektywna musi wynosić ~15,000 cm² dla 1,25 keV, ~6,000 cm² dla 6 keV, i ~1,500 cm² dla 40 keV, czyli znacznie więcej niż w satelitach Chandra, XMM czy Astro-E.

Dużą powierzchnię zbierającą moż- na osiągnąć właśnie poprzez wykorzy- stanie kilku modułów ze zwierciadłami, każdy ze swoim własnym spektrome- trem lub detektorem. Jest to też rozwią- zanie tańsze i bardziej bezpieczne, gdyż w razie niepowodzenia jednego ze star- tów (jeśli będzie wykorzystywana ra- kiera Atlas V) misja nie jest skazana na klęskę.

Główym przedmiotem misji Con- stellation-X jest spektroskopia rent- genowska. Należy więc przede wszystkim zwiększyć liczbę zbieranych fotonów. Typowo w teleskopach rentgenowskich kąty padania są duże i teleskopy przy- pominały długie, cienkie cylindry ułożone ciasno przy sobie. Aby zmaksy- malizować powierzchnię zbierającą na jednostkę masy przy minimalnych kosztach, została wybrana rozdzielco- ść kątowa, która umożliwia użytko- ne obserwacje i rozdzielenie nawet naj-

słabszych źródeł. Ekspozycja 10^5 s da 1200 zliczeń w kalorymetrze, przy strumieniu $\sim 2 \times 10^{-15}$ erg s cm^{-2} s $^{-1}$ (w paśmie od 0,2 do 2 keV). Przy takim strumieniu jest około 1000 źródeł na stopień kwadratowy. Teleskopy Constellation-X będą miały duży stosunek sygnału do szumu, więc możliwe będzie obserwowanie nawet najsłabszych źródeł. Jaśniejsze obiekty będą dawać dziesiątki tysięcy zliczeń w widmie.

Ponieważ niepraktyczne jest budowanie jednego teleskopu do obserwacji całego pasma od 0,25 do 40 keV, Constellation-X będzie wykorzystywać dwa typy teleskopów, aby równocześnie pokrywać pasma niskiej i wysokiej energii.

Spektroskopowy Teleskop Rentgenowski (Spectroscopy X-ray Telescope – SXT) o spektralnej zdolności rozdzielczej nie mniejszej niż 300 będzie służyć do obserwacji pasma od 0,25 do 10 keV. Pasmo od 6 do 40 keV, gdzie kontynuum jest praktycznie bez linii, będzie pokrywał teleskop HXT (High X-ray Telescope), o mniejszej spektralnej zdolności rozdzielczej niż SXT.

Wysoka rozdzielcość spektralna jest niezbędna do jednoznacznej identyfikacji linii. Aby oddzielić i dokonać pewnej identyfikacji niektórych linii, na przykład linii emisyjnych żelaza FeXXV w bardzo gorącej plazmie, potrzebna jest zdolność rozdzielcza co najmniej 300.

Teleskop SXT wykorzystuje dwa systemy spektrometryczne, które pracują jednocześnie w celu osiągnięcia pożądanej rozdzielczości energii:

1) w zakresie od 2 do 4 eV — mikrokalorymetr kwantowy o polu widzenia 2,5 minuty łuku;

2) dla energii < 2 keV — układ odbijających siatek. Siatki odbijają od kalorymetru część promienia teleskopu, ale główny promień pada na kalorymetr kwantowy.

Oba spektrometry uzupełniają się wzajemnie — siatki są najkorzystniejsze w przypadku spektroskopii wysokiej rozdzielczości dla niskich energii, a kalorymetr — dla wysokich energii. Siatki pokrywają także pasmo od 0,25 do 0,5 keV, które nie jest dostępne dla kalorymetru ze względu na użycie filtrów termicznych i blokujących światło. To pasmo jest szczególnie ważne w przypadku obiektów o dużym przesunięciu ku czerwieni, gdzie region bogaty w linie będzie znajdował się właśnie w tym zakresie.

Pomiar dokładnych prędkości radialnych na podstawie rentgenowskich linii emisyjnych jest kluczowy w wielu badaniach astrofizycznych, takich jak wyznaczanie pól prędkości gromad galaktyk, otrzymywanie prędkości wypływu flar gwiazdowych, badanie koron gwiazd RS CVn oraz innych układów podwójnych i pomiar kinematyki grup materii wyrzuconych podczas wybuchu supernowych. To wymaga dobrego wycentrowania linii, tak aby dokładność była lepsza niż 100 km s $^{-1}$ dla zakresu poniżej 1 keV. Dla wyższej energii przy linii K żelaza precyza rządu 40 km s $^{-1}$, jaką osiągnie Constellation-X, zapewni pomiary prędkości ra-

dialnej umożliwiające określenie rozkładu masy czarnych dziur, gwiazd neutronowych i białych karłów dla dużej próbki układów podwójnych.

Wiele kosmicznych źródeł promieniowania rentgenowskiego przejawia charakterystyczne cechy spektralne w szerokich zakresach energii. Wśród tych źródeł znajdują się:

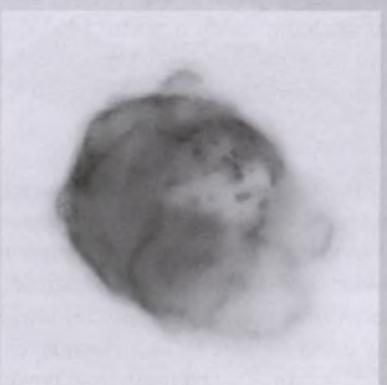
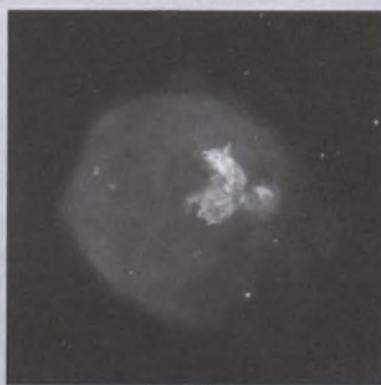
1) AGN-y, w przypadku których rozpraszczenie Comptonowskie na otaczającej je chłodnej materii powoduje powstanie ogona w kontinuum na energiach > 10 keV, podczas gdy promieniowanie fluoresencyjne i rekombinacyjne z tego samego ośrodka jest odpowiedzialne za wiele dyskretnych linii emisyjnych i absorpcyjnych na niskich energiach,

2) rozbłyski gwiazdowe, w których nietermiczne kontynuum często towarzyszy bogatej w linie termicznej emisji spowodowanej ogrzewaniem plazmy w koronie,

3) pozostałości po supernowych, w których promieniowanie synchrotronowe generowane przez elektrony promieniowania kosmicznego przyspieszone w czole fali uderzeniowej może powodować rozciągnięcie widma termicznego gazu po przejściu fali. Jednoznaczne pomiary takich efektów wymagają pasma przepuszczalności, które rozciąga się od około 0,2 keV do co najmniej 40 keV.

Dlatego właśnie tak ważny jest teleskop HXT, który charakteryzuje się wysoką czułością i pokrywa pasmo powyżej 10 keV, czego dotychczas nie osiągnęły teleskopy żadnej misji. Wymaga to znacznego poprawienia stosunku sygnału do szumu w porównaniu z instrumentami, jakie obecnie pracują w zakresie twardych promieni X. Efektywna powierzchnia zbierająca na 40 keV będzie wynosić 1500 cm 2 . Spektralna zdolność rozdzielcza będzie powyżej 10.

Opracowano na podstawie materiałów NASA dotyczących misji Constellation-X i programu *Structure and Evolution of the Universe* zamieszczonych na stronach <http://constellation.gsfc.nasa.gov/docs/main.html> oraz <http://universe.gsfc.nasa.gov/>.



Ostatnio obserwatorium rentgenowskie Chandra ujawniło nowe szczegóły rozproszonej powłoki utworzonej przez zniszczenie masywnej gwiazdy w Wielkim Obłoku Magellana, znanej jako N63A. Po lewej obraz pozostałości po supernowej uzyskany z połączenia obrazu z Chandry z obrazami otrzymanymi w zakresie optycznym i radiowym. Po prawej negatyw obrazu uzyskanego w zakresie X.

Rentgenowska poświata pochodzi od materii ogrzanej falą uderzeniową generowaną przez supernowę do temperatury około 10 mln stopni. Wiek pozostałości po supernowej szacowany jest w przedziale od 2 do 5 tys. lat

Weronika Sarwa jest absolwentką studiów astronomicznych na Uniwersytecie Mikołaja Kopernika w roku 2003. Artykuł powstał jako jej praca seminaryjna

Pogromcy duchów, czyli burzliwe życie ciemnej materii

O tym, że do opisu egzotycznych form istnienia materii wcale niekoniecznie są potrzebne równie osobliwe procesy fizyczne, przekonuje praca opublikowana w czasopiśmie *Physical Review D* przez Chung-Pei Ma z Uniwersytetu Kalifornijskiego w Berkeley oraz Edmundusa Bertschingera z Massachusetts Institute of Technology (MIT). Ujmując zagadnienie jednym zdaniem, rzec można, iż ruch zgęstków ciemnej materii można świetnie modelować, korzystając z sędziwych ruchów Browna.

Ale po kolej. Idea ciemnej materii pojawiła się w kosmologii przed ponad 30 laty. Nie sposób było uciec przed konkluzją, że obserwowane ruchy gwiazd w galaktykach, jak i galaktyk w gromadach nie dają się解释ać li tylko grawitacyjnym wpływem obserwowej, czy też widocznej, materii. To, czego nie widać, tworzy halo, rozciągające się prawdopodobnie nawet dziesięciokrotnie dalej, aniżeli ta „zwyczajna”, gwiazda „aureola” wokół galaktyk. Pierwsze próby wyjaśnienia zawartości owej „widmowej” materii Wszechświata, przy wykorzystaniu znanych nauce obiektów, mówiąc najogólniej, spełzyły na niczym. Jedyną ratunek z tej opresji to zapostulowanie istnienia pewnych hipotetycznych, supersymetrycznych cząstek. Co gorsza, nie ma póki co najmniejszych szans na „spotkanie” ich w akceleratorach, jako że są dalece zbyt masywne, by wspólnocie dostępne środki pozwoliły na ich sztuczne powołanie do życia. Nie da się ich również zaobserwować w naturze, mimo że powierzchnia Ziemi i orbita wokół niej są przecież wręcz naszpikowane ogromną liczbą coraz to większych i coraz to wymierniejszych teleskopów i innych przyrządów obserwacyjnych. Powód jest tyle prosty, co drastyczny w skutkach: owe widmowe, egzotyczne cząstki nie oddziałują ze zwykłą materią inaczej, jak tylko za pośrednictwem grawitacji, a tym samym nie emitują światła w żadnym zakresie fali elektromagnetycznej. I chociaż wiele jest już obserwatorów grawitacyjnych gotowych i tych w budowie, to sama astronomia grawitacyjna jest pieśnią chyba bardzo odległej przyszłości. Póki co musi nam zatem wystarczyć teoria, podparta komputerem.

Profesor Ma szacuje, że rozmaitymi środkami ogarniamy zaledwie około po-

łowy wszystkich rodzajów cząstek zamieszkujących Uniwersum. Statystyka pogorszyła się jeszcze znacząco parę lat temu, gdy stało się jasne, że nawet istotniejsza od ciemnej materii jest tzw. ciemna energia. Obecne rozbicie procentowe prezentuje się mniej więcej następująco: owa ciemna energia to jakieś 69%, egzotyczna ciemna materia to „raptem” 27%, niewidoczne gwiazdy, czyli zwykła ciemna materia to około 3%, natomiast wszystko to, co faktycznie widzimy i rejestrujemy, stanowi zaledwie 1 (słownie: jeden) procent!

Jak pokazują symulacje komputerowe, ciemna materia nie tworzy jednolitego woalu, spowijającego widzialne gromady galaktyk. Są to raczej zbiorowiska zgęstków ciemnej materii, której rozkład z grubszą przypomina struktury widzialnego Wszechświata. Jest to wszelako świat, który ma zupełnie odrębne życie dynamiczne. Pierwotny jego organizacji obrazuje struktura kosmicznego promieniowania tła.

Jako się rzekło na początku, okazuje się, że do modelowania dynamiki egzotycznej ciemnej materii fantastycznie nadaje się zjawisko, zwane od jego odkrywcy ruchami Browna. Po raz pierwszy opisane w 1828 r. przez botanika Roberta Browna, a w 1905 przez samego Alberta Einsteina, wyjaśniało obserwowane zygzałowate ruchy pyłku kwiatowego, zderzającego się z molekułami wody. Co ciekawe, analogia jest tu głębsza niż tylko, nazwijmy to — pokrewieństwo dynamiczne. Oto bowiem również świecąca materia powiela niejako ruchy tej „ciemnej strony mocy”. Oznacza zarówno znaczącą zmianę w podejściu metodologicznym — istotniejszym jest teraz nie to, gdzie dokładnie są, ale jak się zachowują zgęstki ciemnej materii w ujęciu statystycznym. Podstawowe narzędzie matematyczne to znane już od 90 lat równanie Fokkera-Plancka, używane do modelowania wielu stochastycznych zjawisk, przykładowo zachowania się giełdy.

Ciemna materia jest niejako szablonem dla tej widomej. Ponieważ ta pierwsza występuje 25-krotnie częściej, świecąca materia powinna tworzyć skupiska wszędzie tam, gdzie tworzy zgęstki ciemna materia. I tu wszelako jest problem, gdyż symulacje komputerowe pokazują, iż skupisk tej ciemnej jest daleko więcej, aniżeli tej świecącej. A przecież powinno ich być z grubszą tyle samo, ile jest „po drugiej stronie lustra”. Przykładowo, nasza Droga Mleczna ma jedynie około tuzina galaktyk satelitów,

podczas gdy „ciemnych satelitów” ma najwyraźniej tysiące. Jest to bardzo dynamiczne i zmienne środowisko, w którym tysiące zgęstków roi się wokół mączystego halo ciemnej materii, wzajemnie się perturbując grawitacyjnie. Co ciekawe, niezależnie od swojej wielkości, każdy taki zgęstek opisuje universalny profil gęstości — będąc najgęstszym w centrum, przerzedza się on ku krańcom zawsze w dokładnie taki sam sposób. Trzeba tu od razu zaznaczyć, że wydaje się to być sprzeczne z obserwacjami pewnych galaktyk karłowatych, dokonanymi między innymi przez grupę naukowców pod kierownictwem Leo Blitza. Być może, gdy uda się rozwiązać wspomniane równanie Fokkera-Plancka w kontekście kosmologicznej ciemnej materii, choć część wspomnianych problemów uda się rozwiązać.

W Internecie jest udostępniony film (<http://astron.berkeley.edu/~cpma/movie.avi>), obrazujący symulację komputerową początkowej ekspansji Hubble'a i późniejszego powstania halo ciemnej materii wielkości galaktyki w czasie ostatnich 13,5 mld lat. (mag)

Koniec próżniowej dominacji...

Wygląda na to, że szykuje się kolejna rewolucja w naukowym Matriksie — kosmologii. Niewykluczone, że pod znakiem zapytania stanie konieczność rozważania istnienia dość zagadkowej i egzotycznej energii próżni.

Tak ważnych przesłanek dostarczają najnowsze dane, pozyskane przez satelitę rentgenowskiego XMM, w ramach międzynarodowej współpracy, zrzeszającej szereg instytucji naukowych: Laboratoire d'Astrophysique oraz Centre d'Etude Spatiale des Rayonnements (CESR) w Observatoire Midi-Pyrénées (OMP) w Tuluzie, Institut d'Astrophysique Spatiale (IAS) w Paryżu, College de France, Service d'Astrophysique (SAp) w Saclay oraz ośrodek ESA w Holandii (ESTEC).

Obserwowane były odległe gromady galaktyk albo, innymi słowy, przyglądało się o połowę młodszemu Wszechświatowi. Co, potocznie mówiąc, rzuca się w oczy, to fakt, iż ongiś ilość gromad galaktyk jasnych w zakresie rentgenowskim była o wiele niższa. Bezpośrednią implikacją takiej konstatacji jest o wiele większa gęstość materii Wszechświata niż ta, na którą wskazywały precyzyjne pomiary kosmicznego promieniowania tła, wykonane ostatnio przez satelitę

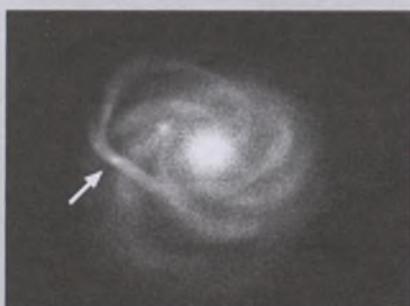
WMAP. Tym samym, być może niepotrzebnym okaże się inkorporowanie nieco „na siłę” tzw. energii próżni, niezbędnej do nadgontowania niedoborów w opisie Wszechświata dostarczonym przez najnowsze teorie kosmologiczne.

Tak czy owak, niezbędne staje się głębne przemyślenie i przeformułowanie pewnych podstawowych założeń, przyjmowanych standardowo przez rzesze kosmologów. (mag)

Astronomowie odkryli najbliższą Drogi Mlecznej galaktykę

Miedzynarodowy zespół astronomów z Francji, Włoch, Wielkiej Brytanii i Australii odnalazł do tej pory nieznaną galaktykę zderającą się z naszą Drogi Mleczną. Nowo odkryta galaktyka jest najbliższą galaktyką względem centrum Drogi Mlecznej. Odkrycie obiektu nazwano galaktyką karłowatą w Wielkim Psie (ang. Canis Major dwarf galaxy) od gwiazdozbioru Wielkiego Psa (Canis Major), w którym się znajduje. Położona jest zaledwie 25 tys. lat świetlnych od Ziemi i 42 tys. lat świetlnych od centrum naszej Galaktyki. Jest zatem bliższa niż odkryta w 1994 r. galaktyka karłowata w Strzelcu (ang. Sagittarius dwarf galaxy), która znajduje się w odległości 50 tys. lat świetlnych od Ziemi i również zderza się z Drogą Mleczną. Odkrycie to dowodzi, iż nasza Galaktyka ciągle się powiększa, wchłaniając pobliskie, małe galaktyki.

Odkrycie galaktyki w Wielkim Psie było możliwe dzięki przeglądowi całego nieba, dokonanemu w podczerwieni (2MASS, o którym pisaliśmy na łamach ORIONA). Przegląd ten umożliwia astronomom zaglądać poza obłoki pyłu w dysku Drogi Mlecznej. Nowo odkryta galaktyka karłowata leżała właśnie za

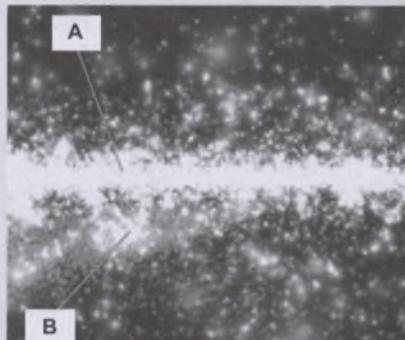


Siły pływowe naszej Drogi Mlecznej powoli rozrywają galaktykę karłowatą w Wielkim Psie (zaznaczona strzałką). Wydarte w ten sposób gwiazdy tworzą rozległe pierścienie. Patrz ostatnia strona okładki tego zeszytu.

takimi gęstymi obłokami pyłu. Doniesienie zostało właśnie opublikowane w czasopiśmie *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*.

„To tak, jakbyśmy założyli podczerwone noktowizory,” mówi członek zespołu badawczego dr Rodrigo Ibata z Obserwatorium w Strasbourgu. „Jesteśmy teraz w stanie studiować te części Drogi Mlecznej, które do tej pory były poza naszym zasięgiem”.

Nowa galaktyka karłowata zostałaauważona dzięki gwiazdom gigantom typu M — są to chłonne, czerwone gwiazdy, które szczególnie silnie świecą w podczerwieni. „Użyliśmy tych rzadko występujących gwiazd jako znaków rozpoznawczych w wyśledzeniu położenia galaktyki, gdyż liczne gwiazdy innych typów były zbyt słabe, byśmy je mogli zobaczyć”, wyjaśnia Nicolas Martin z Obserwatorium w Strasbourgu. „Są one szczególnie pozyteczne, gdyż możemy zmierzyć odległości do nich, a zatem również sporządzić trójwymiarową mapę odległych obszarów dysku naszej Drogi Mlecznej.”



Galaktyka karłowata w Wielkim Psie widoczna z Ziemi. Galaktyka (B) znajduje się tuż poniżej dysku Drogi Mlecznej (A) i jej gwiazdy zlewają się z obrazami gwiazd naszej Galaktyki. Źródło: RAS

W ten sposób astronomowie odnaleźli rozczłonkowane zwłoki galaktyki karłowej w Wielkim Psie i długie smugi gwiazd prowadzące do niej. Wydaje się, że strumień gwiazd wyrwane ze zjedzonej galaktyki nie tylko zasilają zewnętrzne obszary Drogi Mlecznej, ale również mogą przejść w pobliże Słońca.

Obecnie astronomowie uważają, że tak duże galaktyki jak nasza Droga Mleczna rosną do obecnych, majestycznych rozmiarów przez konsumpcję mniejszych, galaktycznych sąsiadów. Pokazano, że zjedzone galaktyki dodają gwiazdy do ogromnych otoczek (halo) wokół galaktyk. Jednak dotychczas nie przypuszczano, że mogą one w podobny sposób powiększać również dyski

galaktyk. Symulacje komputerowe potwierdzają, że Droga Mleczna przechwytuje gwiazdy z galaktyki w Wielkim Psie, dodaje do swojego własnego dysku i będzie to czynić nadal.

„W skalach galaktyk, karłowata galaktyka w Wielkim Psie to bokser wagi lekkiej, zawiera tylko około miliarda Słońca,” mówi dr Michele Bellazzini z Obserwatorium w Bolonii. „Jest mało prawdopodobne, aby ta mała galaktyka mogła przetrwać długo. Jest ona wypychana i wciągana przez kolosalne siły grawitacyjne naszej Drogi Mlecznej, która wciąż wykrada jej gwiazdy i rozrywa ją na kawałki.” Pewne pozostałości po galaktyce karłowej w Wielkim Psie tworzą pierścień wokół dysku naszej Galaktyki.

„Galaktyka w Wielkim Psie mogła podwyższyć masę naszej Galaktyki do około 1%”, mówi dr Geraint Lewis z Uniwersytetu w Sydney. „To ważne odkrycie, ponieważ wskazuje, że nasza Droga Mleczna nie jest w wieku średnim — ona wciąż się tworzy.”

„Wcześniej oddziaływanie podobnego rodzaju jak zaobserwowane teraz mogły być odpowiedzialne za pewne detale, które widzimy obecnie w strukturze naszej Drogi Mlecznej,” mówi dr Michael Irwin z Uniwersytetu w Cambridge.

Opr. Krzysztof Chyży

Podczerwone rozbłyski z czarnej dziury w sercu Galaktyki

Miedzynarodowa grupa astronomów kierowana przez naukowców z Instytutu Maxa Plancka w Niemczech odkryła potężne flary z supermasywnej czarnej dziury w sercu naszej Drogi Mlecznej. Sygnał, gwałtownie zmieniający się w skali minut, musi pochodzić z gorącego gazu spadającego na czarną dziurę, tuż zanim zniknie on poniżej „horyzontu zdarzeń” potwora. Nowe obserwacje silnie przemawiają za tym, iż czarna dziura w centrum naszej Galaktyki gwałtownie rotuje.

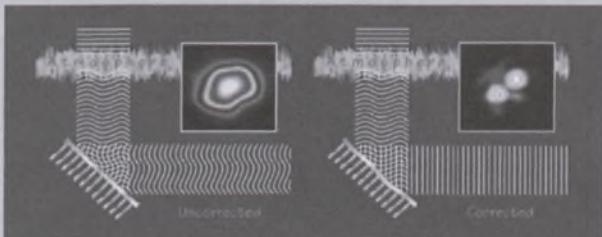
Nigdy przedtem naukowcy nie byli w stanie tak dokładnie badać zjawisk w najbliższym otoczeniu czarnej dziury. Nowe wyniki bazują na obserwacjach uzyskanych dzięki 8,2-m teleskopowi YEPUN — jednemu z czterech olbrzymów znajdujących się w Paranal Observatory w Chile na pustyni Atacama oraz optyce adaptacyjnej, w którą są wyposażone teleskopy. Rezultaty badań opublikowano niedawno w *Nature*.

Optyka adaptacyjna jest techniką pozwalającą przewyściężyć zniekształcenie obrazu w zakresie widzialnym i podczerwonym, które spowodowane jest turbulencjami naszej ziemskiej atmosfery. Zniekształcenie padającej fali świetlnej jest wykrywane i analizowane przy pomocy szybkiego czujnika sprzężonego z systemem komputerowym, a następnie bezpośrednio „niwelowane” przy użyciu tak zwanego zwierciadła deformowalnego. Optyka adaptacyjna pozwala otrzymać obrazy o rozdzielcości kątowej ~0,04 sekund łuku na 8,2-m teleskopie VLT w bliskiej podczerwienie i około 10 razy wyraźniejsze zdjęcia niż klasyczne zdjęcia ograniczone przez seeing (czyli turbulencje naszej atmosfery) oraz około 4 razy ostrzejsze niż obrazy z Kosmicznego Teleskopu Hubble'a na tej samej długości fali.

Rozbłyski światła ze znikającej materii

Nic nie zapowiadało nadzwyczajnych wydarzeń, gdy wczesnym rankiem 9 maja 2003 astronomowie pracowali w sterowni VLT w Paranal Observatory. Cztery olbrzymie teleskopy łapały niewielkie fotony, które przyleciały do Chile z najdalszych zakątków Wszechświata. Na monitorach pojawiały się informacje, kolumny cyfr... Nagle na ekranie komputera zbierającego dane z teleskopu YEPUN pojawiło się coś dziwnego...

— Co ta gwiazda wyprawia?! — wykrzyknął Rainer Schödel, astronom z Max-Planck-Institut w Niemczech. On i Reinhard Genzel, kierownik grupy badawczej, obserwowali centrum Drogi Mlecznej, kiedy zobaczyli zupełnie „nowy” obiekt na ekranie. Coś niezwykłego działo się w centrum naszej Galaktyki!



Światło gwiazd, przechodząc przez turbulentną atmosferę ziemską, ulega deformacji, a utworzony obraz jest rozmyty. Deformacje atmosferyczne mogą być poprawione przez zmieniające swój kształt w czasie rzeczywistym ostatnie lustro systemu optycznego teleskopu, w rytm zmian powodowanych przez atmosferę. To lustro „adaptuje” swój kształt do kształtu zaburzeń frontu fali, powodowanych przez atmosferę, stąd nazwa systemu. Ostrość otrzymanego z taką optyką obrazu jest bliska maksymalnej teoretycznej ostrości dla danej średnicy teleskopu. Źródło: ESO



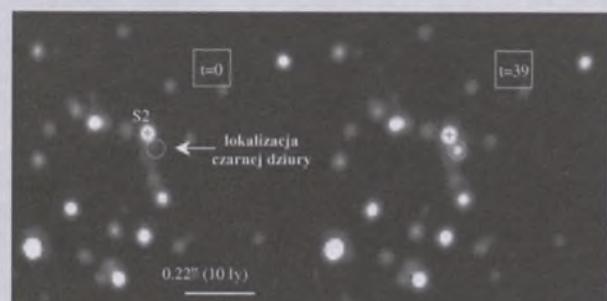
Teleskop VLT Źródło: ESO

Kilka minut później „gwiazda” zniknęła z ekranu. Naukowcy byli świadkami potężnego rozbłysku promieniowania w podczerwieni dochodzącego dokładnie z centrum Drogi Mlecznej, gdzie znajduje się czarna dziura. Ponad 10 lat czekaliśmy na emisję w podczerwieni pochodzącej z czarnej dziury — przypomina Andreas Eckart z Uniwersytetu w Kolonii. Byliśmy pewni, że od czasu do czasu czarna dziura ściąga na siebie materię. Gdy materia opada w kierunku czarnej dziury, staje się coraz gorętsza i w końcu zaczyna emitować promieniowanie podczerwone.

Ale aż do 9 maja tego roku teleskopy VLT nie zaobserwowały żadnego promieniowania podczerwonego z pobliża czarnej dziury. Był to przełomowy moment. Nigdy wcześniej nikt nie oglądał „na żywo” ostatniego „krzyku” materii, która opadając na czarną dziurę, przechodzi punkt, skąd nie ma powrotu.

Na granicy

Uważna analiza nowych danych obserwacyjnych pokazała, że emisja w podczerwieni pochodzi z miejsca oddalonego w skali kątowej o kilka tysięcznych sekund łuku od miejsca, gdzie jest czarna dziura (co odpowiada odległości kilku godzin świetlnych) i zmienia się w skali czasowej



Rozbłysk bliskiej podczerwieni z centrum Galaktyki. Źródło: ESO

rzędziu minut. Dla porównania obiekt o długości 2 m znajdujący się na Księżyku widzielibyśmy pod kątem 1 tysięcznej sekundy łuku.

To pokazało, że sygnał w podczerwieni musi pochodzić tuż przed miejsca zwanego „horyzontem zdarzeń” czarnej dziury, która jest „strefą bezpowrotną”, nawet światło nie może z niej uciec. Gwałtowna zmienność widoczna na wszystkich danych z VLT (nie tylko tych z 9 maja br.) jasno wskazuje, że obszar dookoła horyzontu ciechuje się chaotycznością — bardzo podobnie jak burze czy rozbłyski słoneczne.

Nasze dane dostarczają nam bezprecedensowych informacji o tym, co dzieje się na zewnątrz horyzontu zdarzeń i pozwalały testować przewidywania Ogólnej Teorii Względności — wyjaśnił Danile Rouan, astronom z Obserwatorium w Meudon. Najbardziej uderzają-

cym rezultatem jest widoczna 17-minutowa periodyczność w krzywych światła dwoju zaobserwowanych rozbłysków. Jeśli ta periodyczność wywołana jest ruchem gazu orbitującego wokół czarnej dziury, to nieunikniony wniosek jest taki, że czarna dziura musi gwałtownie rota-

wać. Reinhard Genzel jest bardzo zadowolony: — To wielki przełom. Z teorii wieemy, że czarna dziura ma jedynie masę, kręt oraz ładunek elektryczny. W zeszłym roku byliśmy w stanie jednoznacznie udowodnić istnienie i wyznaczyć masę czarnej dziury w centrum Galaktyki. Jeśli nasze założenie jest poprawne, iż ta periodyczność jest podstawowym czasem orbitowania akrejującego gazu, to po raz pierwszy zmierzylibyśmy również kręt. I wynika z tego, że ma on połowę wartości dozwolonej przez Teorię Względności.

Genzel dodał: — Naprawdę rozpoczęła się era fizyki obserwacyjnej czarnych dziur!

Opr. Karolina Zawada

Taikonauta w Kosmosie

W środę 15 października, gdy zegary w Pekinie wybiły 9 rano (środa, 3 w nocy czasu polskiego) z kosmodromu Jiuquan wystartował pierwszy chiński załogowy statek kosmiczny Shenzhou 5. Lot trwał 21,5 godz., a załogę statku stanowił 38-letni pilot Sił Powietrznych Chin — pułkownik Yang Liwei.

Shenzhou został wyniesiony na orbitę przez rakietę „Długi Marsz 2F”. Pierwszy raport pilota usłyszano 34 min po startie: — Czuje się dobrze, mój stan jest w normie. Kamery na pokładzie Shenzhou 5, co oznacza „boski statek”, zarejestrowały sceny, gdy Liwei sprawdza listę kontrolną, macha do ludzi na ziemi i wznosi do góry flagę Chin i ONZ. Potrawy na statku były również typowo chińskie: ryż, mięso przyrządzone na ostro, kwaśno oraz kurczak. Yang Liwei ma żonę i 8-letniego syna, który w trakcie lotu spytał ojca: „Tatusiu, jadłeś już ryż?”

Gdy zbliżał się moment powrotu na Ziemię, od modułu orbitalnego zostały odrzucone moduł startowy i serwisowy, który zawierał zapasy i paliwo. Następnie włączono silniki, które wypchnęły statek z orbity, po której krążył i skierowały na orbitę powrotną na stepy Mongolii Wewnętrznej (północno-wschodnia część Chin), około 1000 km od kosmodromu Jiuquan, który leży na południowym skraju pustyni Gobi. Moduł orbitalny pozostał w przestrzeni i będzie kontynuować swoją misję przez następne kilkanaście miesięcy.

Kapsuła lądownicza przedarła się przez atmosferę, która zmniejszyła ostro jej prędkość wynoszącą 7,91 km/s (jest to wartość pierwszej prędkości kosmicz-

nej, czyli prędkości niezbędnej do umieszczenia ciała na niskiej, kołowej orbicie okoziemskiej). Następnie otworzyły się spadochrony, które jeszcze bardziej wyhamowały spadającą kapsułę i pozwoliły jej miękko osiąść na ziemi. Chińskie media zakomunikowały światu, że w czwartek rano o 6:23 czasu lokalnego (0:23 czasu polskiego) kapsuła lądownicza



Pierwszy chiński astronauta tuż po wylądowaniu

bezpiecznie opadła na spadochronie na Ziemię, a miejsce lądowania było oddalone jedynie o 4,8 km od wcześniej wyznaczonego lądowiska w Mongolii Wewnętrznej. Film video pokazał bohatera tego lotu — Lt. Colonel Yang Liwei macha do zgromadzonego obok tłumu chwilę po wylądowaniu. Następnie taikonauta opuścił miejsce lądowania na siedząco. Oficjalnie ogłoszono, że pilot „pozostaje w dobrym zdrowiu”.

Następnie po 2 godz. lotu chiński astronauta znalazł się w Pekinie, gdzie mieści się centrum kontroli lotów, a tak-

że rodzinny dom Liwei. „Statek działa dobrze. Czuje się bardzo dobrze i jestem dumny z mojej ojczyzny”, powiedział pilot.

Oficjalny raport mówi, że astronauta nie zgłosił żadnych defektów ani technicznych problemów. Podobno komunikacja głosowa z naziemnym centrum kontroli w Pekinie przebiegała zgodnie z oczekiwaniemi. Komunikaty transmityowane były poprzez stacje śledzenia oraz okręty morskie na całym świecie. Statek poruszał się po orbicie kołowej na wysokości 343 km nad Ziemią. Wykonał 14 okrążeń wokół Ziemi i przebył około 600 tys. km. Wiadomo, że taikonauta przeprowadził na pokładzie statku pewną liczbę doświadczeń naukowych oraz eksperymentów dla potrzeb wojska. Yang Liwei jest 431 człowiekiem w Kosmosie i pierwszym obywatelem Chin w przestrzeni kosmicznej.

Po latach przygotowań Chiny stały się trzecim państwem na świecie, który po Związku Radzieckim i Stanach Zjednoczonych wyniósł człowieka w przestrzeń kosmiczną. 12 kwietnia 1961 r. wystartował Jurij Gagarin, zostając pierwszym kosmonautą (gr. *nauta* — żeglarz). Lot trwał 108 min. 5 maja 1961 r. statek Merkury wyniósł „ku gwiazdom” Alana Sheparda (lot trwał 15,5 min) — on został pierwszym astronautą (gr. *aster* — gwiazda). Chińczycy nazywają swojego bohatera — yuhangyuan. Częściej używaną nazwą jest jednak taikonauta, która pochodzi od chińskiego słowa tai-kong, czyli przestrzeń kosmiczna.

Następna kosmiczna misja Chin może nastąpić już za kilka miesięcy...

Opr. Karolina Zawada

Tai-kong — przestrzeń kosmiczna — w języku chińskim 太空

Na rokładowówce:

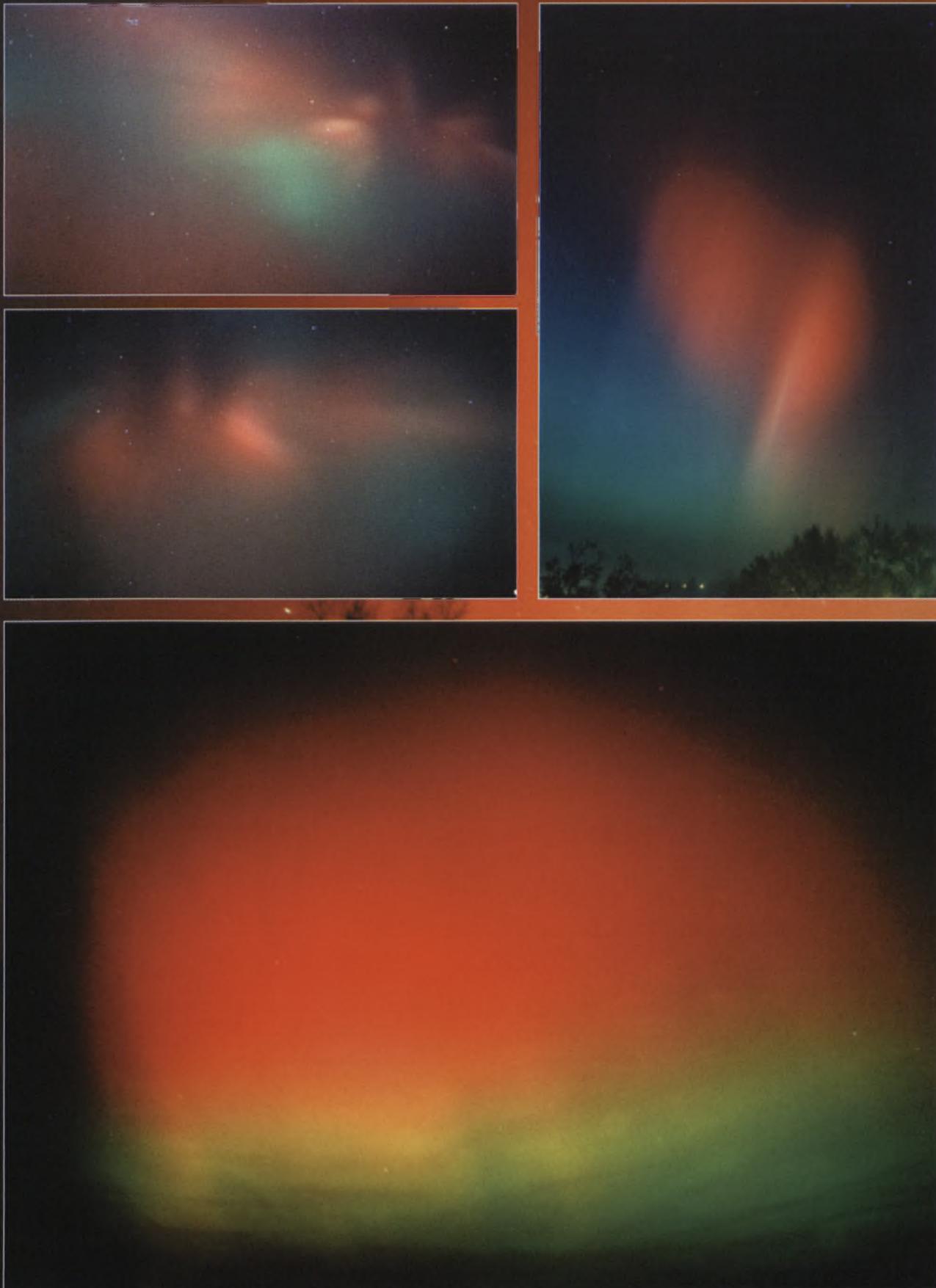
Gwiazdy czasem rodzą się pośród chaosu. Około 3 min lat temu w pobliskiej galaktyce M33 potężny obłok gazu dał początek gęstym wewnętrznym węzłom, które pod wpływem grawitacji zapadły się, tworząc gwiazdy. Jednak NGC 604 była tak wielka, że mogła uformować wystarczająco dużo gwiazd, by razem utworzyć gromadę kulistą. Wiele młodych gwiazd z tego obłoku jest widocznych na zdjęciu uzyskanym przez Teleskop Kosmiczny Hubble'a (ang. *Hubble Space Telescope*), razem z tym, co pozostało z pierwotnego obłoku gazu. Niektóre gwiazdy były tak masywne, że już zdążyły przebyć poszczególne etapy ewolucji i eksplodować jako supernowe. Najjaśniejsze z pozostałych gwiazd emittują światło tak energetyczne, że wytworzyły jeden z największych obłoków zjonizowanego wodoru, porównywalny z mgławicą Tarantula znajdującej się w Wielkim Obłoku Magellana w sąsiedztwie naszej Drogi Mlecznej.

Fot. D. Garnett (U. Arizona) i in., NASA and The Hubble Heritage Team (AURA/STScI)

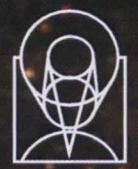


Zorza polarna z 20 listopada 2003 r. fotografowana w godz. od 19:00 do 23:00. Obiektyw Pentacon 2,8/29. Czas naświetlania zdjęć: 30 s. Fot. Andrzej Rzemieniak (okolice Zamościa)

Galeria Uranii



Zdjęcie zorzy z tego samego dnia, wykonane obiektywem szerokokątnym $f = 28$ mm o światłosile 2,5 na filmie Kodak Gold 100 około godz. 18:25. Czas naświetlania 2 min. Fot. Krzysztof Socha, Kolonia, gm. Baćkowice (koło Opatowa)



Urania

POSTĘPY ASTRONOMII



Galeria Uranii



Zorza polarna 20.11.2003, godz. 21:05. obiektyw Indistar 2,8/50, film Fuji Superia 400, czas eksp. ok. 15 s. Fot. Janusz Magda, Trzęsówka (40 km na północ od Rzeszowa)



Zorza polarna (kierunek wschodni) 20.11.2003, godz. 19:36, eksp. 3 min. Obiektyw Pentacon 2,8/29. Film Fuji Superia x-TRA 400. Fot. Mariusz Świętnicki, Źręcin



Zorza polarna (okolice Szubina) 30.05.2003, godz. 0:30. eksp. 30 s. Obiektyw Nikkor 28-105, f 3,5-4,5, film Kodak 100 ASA. Fot. Marek Nikodem, Niedźwiady (okolice Szubina)

25 lat Centrum Astronomicznego im. Mikołaja Kopernika, PAN w Warszawie

W dniach 29 i 30 września 2003 r. odbyła się sesja naukowa zorganizowana z okazji 25 rocznicy otwarcia Centrum Astronomicznego im. Mikołaja Kopernika PAN w Warszawie. W sesji wzięli udział zaproszeni goście, a wśród nich minister nauki Michał Kleiber, prezes PAN Andrzej Legocki, ambasador Republiki Południowej Afryki Sikose Mji, attaché naukowy ambasady Francji Jose Kobielski i jego zastępca Helene Krole, radca do spraw ekonomicznych ambasady USA Richard Rorvig, prezes Polskiego Towarzystwa Astronomicznego Andrzej Woszczyk.



Wmurowanie aktu erykcyjnego CAMK — 19 września 1973 r. Od prawej: Thomas B. Owen — NSF, Richard T. Davies — ambasador USA, prof. R. Kulikowski — PAN i prof. Dionizy Smoleński — PAN

Po mowach oficjalnych, dwaj twórcy Centrum, Józef Smak i Robert O'Dell przypomnieli ciekawą, a momentami nawet dramatyczną historię powstawania Centrum i współpracy pomiędzy astronomami Polski i Stanów Zjednoczonych w latach 70. Szczególny tej historii były wielokrotnie opisywane, a zainteresowanych czytelników odsyłam do tekstu „Jubileusz CAMK”, w „Świecie Nauki” (wrzesień 2003) lub artykułu historycznego na stronie internetowej Centrum (www.camk.edu.pl), gdzie znajduje się też bogaty materiał fotograficzny.

Program pierwszego dnia sesji, poza wspomnieniami historycznymi, obejmował 5 wykładów przeglądowych, przedstawionych przez polskich astronomów pracujących w zagranicznych ośrodkach, obejmujących dziedziny szczególnie intensywnie uprawiane

w Centrum i przedstawiających wkład astronomów z Warszawy i Torunia. Bohdan Paczyński mówił o ewolucji gwiazd, Sławomir Ruciński o układach podwójnych, Marek Abramowicz o ak-



W Pałacu Staszica, obok makiet CAMK, w dniu wmurowania aktu erykcyjnego 19 września 1973 r., stoją od prawej: prof. Jan Kaczmarek — PAN, Alan Greenberg — ambasada USA, Thomas B. Owen — NSF, Richard T. Davies — ambasador USA, Albert M. Baer — tłumacz, Mr. Wiechowski — ambasada USA, arch. Ryszard Czerwiński — współprojektant CAMK

tywnych galaktykach, Jean Pierre Lassota o astronomii rentgenowskiej, a Radosław Stompor o kosmologii.

Drugiego dnia astronomowie z Centrum wygłosili 4 wykłady przedstawiające główne programy naukowe, realizowane w Centrum. Tomasz Bulik mówił o satelicie INTEGRAL, Ryszard



Otwarcie CAMK — 24 maja 1978 r. Prezes PAN, prof. Witold Nowacki, wręcza klucz do budynku dyrektorowi CAMK, prof. J. Smakowi

Szczerba o misji HERSCHEL, Janusz Kałużny o teleskopie SALT, a Roman Juszkiewicz o badaniach mikrofalowego promieniowania tła. Bohdan Paczyński podsumował sesję.

Dwudniowa sesja zgromadziła byłych i aktualnych pracowników i studentów Centrum, z których bardzo wielu pracuje w różnych ośrodkach na całym

świecie. Była też okazją do spotkania z kolegami, którzy odeszli od uprawiania nauki, a z dużym powodzeniem działają w innych dziedzinach (Maciej Kozłowski jako szef NASK-u, Mieczysław Prószyński jako wydawca, Mirosław Panek w bankowości, Tomasz Chlebowski w biznesie, Jacek Staszewski, bohater piosenki Jana Kelusa „Gdy do wojska szedł Jacek Staszewski”, w informatyce, i wielu, wielu innych). Po raz pierwszy od 25 lat odwiedziła gmach centrum



Otwarcie CAMK — 24 maja 1978 r. Przewodniczący prof. Richard C. Atkinson — Director NSF. Od prawej: NN, prof. A. Trautman, prof. Philip Handler — President NAS, prof. W. Nowacki — Prezes PAN. Od lewej: William Schaufele — ambasador USA, prof. J. Kaczmarek — Sekretarz Naukowy PAN

jego projektantka, Barbara Dąbska. Józef Smak prezentował wzruszający film na taśmie 8 mm przedstawiający budowę i ceremonię otwarcia Centrum.

Wszyscy zgodzili się na następne spotkanie, we wrześniu 2028 r., w 50 rocznicę otwarcia Centrum.

Stanisław Bajtlik



Otwarcie CAMK — 24 maja 1978 r. W pierwszym rzędzie od prawej: prof. B. Paczyński, prof. W. Iwanowska, prof. A. Trautman, prof. Philip Handler — President NSF, William Schaufele — Ambasador USA, prof. W. Nowacki — Prezes PAN, prof. J. Kaczmarek, prof. Richard C. Atkinson — Director NSF, ..., prof. S. Piotrowski

„Z DĄBROWY GÓRNICZEJ — BLIŻEJ DO GWIAZD” — ruszyła budowa obserwatorium astronomicznego

Co może zdziałać pasjonat astronomii w swoim mieście?

Okazuje się, że bardzo dużo. Postanowiłem iść w ślady moich nauczycieli, niestety, już nie żyjących: Pana Wacława Szymańskiego, założyciela i długoletniego Prezesa Centralnej Sekcji Obserwacji Słońca (PTMA) i Towarzystwa Obserwatorów Słońca, Stani-

ka powstało Dąbrowskie Koło Miłośników Astronomii, którego patronem został Stanisław Robert Brzostkiewicz. Honorowy patronat nad obserwatorium i Dąbrowskim Kołem Miłośników Astronomii objął Prezydent Miasta Dąbrowy Górniczej. Głównym celem obserwatorium i koła astronomicznego będzie popularyzacja astronomii wśród

Ogólnopolskie Zjazdy Towarzystwa Obserwatorów Słońca. Można powiedzieć, że po wielu latach nieobecności w Dąbrowie Górniczej Towarzystwo Obserwatorów Słońca wraca do korzeni. Planujemy również dla osób zainteresowanych pokazy w dzień — Słońca, a w nocy — nocnego nieba. Przewidujemy spotkania, pogaduszki i prelekcje. W przyszłym roku rozpoczęmy budowę amatorskiego radioteleskopu, chcąc w ten sposób przybliżyć zainteresowanym radioastronomię.

Obserwatorium zostało wyposażone w instrument optyczny wykonany przez żywiecką firmę „Uniwersał” S.C. Jest nim teleskop zwierciadlany Cassegraina o średnicy lustra 0,5 m, osadzony na montażu paralaktycznym, widłowym, typu amerykańskiego. Wyposażono go w napędy osi deklinacji i rektascensji na bazie silników krokowych, całość jest sterowana i kontrolowana mikroprocesowo. Teleskop przykryto kopułą o średnicy 3,10 m wykonaną z kompozytu poliestrowego (masa 350 kg) i wyposażono w napędy. Ruch kopuły jest w pełni zsynchronizowany z ruchem teleskopu. Powstała również sala prelekcyjno-audiowizualna z wyposażeniem.

W tejże sali powstaje w chwili obecnej stała ekspozycja muzealna, poświęcona sylwetce naszego patrona, którym jest Stanisław Robert Brzostkiewicz. Na



Okolice szkoły w Dąbrowie Górniczej. Widoczna kopuła obserwatorium

sława Roberta Brzostkiewicza, popularyzatora astronomii, astronoma amatora, pisarza założyciela dąbrowskiego oddziału PTMA oraz Kazimierza Gawędy, astronoma amatora.

To dzięki Nim astronomia stała się moją pasją, która trwa już 30 lat. Wszystko zaczęło się w 1998 r., kiedy zaproponowałem Dyrekcji Szkoły Podstawowej nr 16 w Dąbrowie Górniczej powołanie na jej terenie kółka astronomicznego. Pomysł wybudowania obserwatorium powstał w 1999 r., o czym pisałem w „Uranii-PA” 2/2000. W ciągu tych lat skupiłem się na przekonywaniu do niego samorządowców. Od samego początku w moich poczynaniach wspierał mnie wtedy jeszcze radny, a w chwili obecnej Prezydent Miasta Dąbrowy Górniczej Pan mgr Jerzy Talkowski oraz Prezes Towarzystwa Obserwatorów Słońca Pan Piotr Urbański. Poparcie Pana Prezesa Miasta zawdzięczam to, że pomysł ujrzał światło dzienne i jest realizowany. Budowa ruszyła na początku września 2003 r., obecnie prace są na ukończeniu. W miejscu szkolnego kól-

dzieci, młodzieży oraz mieszkańców Dąbrowy Górniczej. Już nawiązaliśmy współpracę z Towarzystwem Obserwatorów Słońca w Żychlinie. W obserwatorium będą prowadzone obserwacje plam i pochodni słonecznych w ramach TOS. Tutaj odbywać się będą coroczne



Na tle kopuły stoją od lewej: Jacek Uniwersał, Dariusz W. Nelle, Maciej Wójcik (październik 2003 r.)



Po lewej: Autor wraz z teleskopem Newtona, (średnica lustra 200 mm, ogniskowa 1000 mm). Wyżej, wykonane przez ten teleskop uzbrojony w soczewkę Barlowa ×2 i aparat fotograficzny Practica L, zdjęcie zaplamionego południowego Słońca. Rozległe ciemne obszary na obrazie tarczy Słońca, to cienie gałęzi drzewa, które przesłaniały Słońce widziane z okna mieszkania Autora

ekspozycji znajdują się pamiątki przekazane przez rodzinę Pana Stanisława, a związane z jego życiem i pasją, jaką była astronomia, której był wierny do

ostatnich dni. Pomysł ekspozycji powstał rok temu, bardzo mi zależało, aby pamiętać po tak wspaniałym człowiekowi, jakim był Stanisław R. Brzostkiewicz, którego mia-

łem przyjemność znać, nie wygasła.

Swą działalność poświęcam pamięci Stanisława R. Brzostkiewicza.

Dariusz W. Nelle

Sylwetki polskich astronomów

125 urodziny Tadeusza Augustyna Rakowieckiego — hajnowskiego astronoma

Rođa rozwoju większości uczonych prowadzi przez fachowe studia i kolejne stopnie oraz tytuły naukowe przy coraz wyraźniej zarysowującej się specjalizacji. Zdarzają się jednak życiorysy, w których zachodzą nietypowe zmiany specjalności lub nietypowe ich połączenia. Przedstawię tu właśnie taki życiorys.

Tadeusz Augustyn Rakowiecki urodzony 27 lipca 1878 r., wnuk jednego z wybitniejszych polskich społeczników przełomu XVIII i XIX w. Ignacego Benedykta Rakowieckiego, przejął po swoim dziadku zarówno zainteresowania naukowe, jak i pasję do działań dla ludu. Będąc jednym z dziewięciorga dzieci Jarosława i Pauliny z Szeligów Rakowieckich — średnio zamożnych, ale niebogatych ziemian w Grali-Dąbrowiźnie w powiecie siedleckim — wiedział, że będzie się musiał utrzymywać z własnej pracy. Dlatego po ukończeniu szkoły średniej w Warszawie, mimo iż od dzieciństwa nęciły go zarówno nauki ścisłe, jak i humanistyczne, wybrał się na studia medyczne na rosyjskim wówczas Uniwersytecie Warszawskim. Szukając

szybkiego usamodzielnienia, po ukończeniu studiów w 1902 r. przyjął stanowisko lekarza wojskowego. To wojsko było rosyjskie, ale młody Rakowiecki uważało, że złożona przez niego oficerska przysięga wierności carowi nie stawią go nigdy w konflikt z polskim sumieniem, skoro jako lekarz będzie tylko leczył ludzi jako takich i ratował życie rannym. Służył kolejno w różnych okolicach imperium rosyjskiego — od Warszawy do Władywostoku. Zwolniwszy się ze służby po wojnie japońskiej, podjął pracę w szpitalu św. Ducha w Warszawie. Oprócz praktyki lekarskiej zajął się wtedy krytyką literacką, głównie twórczości Stefana Żeromskiego. Ze opublikowane wówczas w różnych wydawnictwach jego prace były wartościowe, świadczy fakt, iż rozprawka o *Popiołach* doczekała się drugiego wydania w Tel Awiwie w czasie gorących miesięcy roku 1943.

Kilka lat przed wybucem I Wojny Światowej Rakowiecki przypadkowo — jak sam o tym opowiadał — zauważył na wystawie księgarni *Kosmografię* innego lekarza — astronoma (od czasów

Kopernika łączenie medycyny z astronomią jest częste — szczególnie w Polsce) Jana Walerego Jędrzejewicza. Kupił ją i nie tylko przeczytał, ale przestudiował. Wyzwoliło to w nim świadomie dotąd tłumioną pasję astronomiczną. Zaczął jako samouk studiować coraz bardziej trudne problemy astronomii klasycznej. Przeszedł szybko do stawiania i rozwiązywania nowych, własnych zagadnień. W niecałe trzy lata od pierwszych lektur astronomicznych, jako produkt uboczny systematycznego porządkowania zdobytych wiadomości powstał rękopis podręcznika akademickiego *Drogi planet i komet*. Wybuch wojny nie pozwolił jednak na jego publikację.

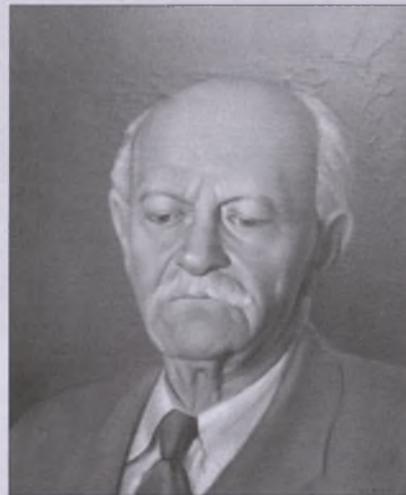
Kilka miesięcy przed wybucem wojny ożenił się z wierną towarzyszką swego dalszego życia, nauczycielką i dziewczątką niepodległościową Pelagią z Górkich. Początek wojny zastaje młodych małżonków rozdzielonych. On zmobilizowany — znów jako lekarz wojskowy armii rosyjskiej — ona w Krakowie, gdzie towarzyszy powstańcom Legionom. Józef Piłsudski powie-

rza jej odręcznie napisany rozkaz utworzenia Polskiej Organizacji Wojskowej (słynnego później POW) na terenie zaboru rosyjskiego. Emisariuszka Pelagia przedostaje się przez front. Młodej i efektownej kobiecie pomagają w tym zarówno oficerowie austriacy, jak i rosyjscy nie podejrzewający, co przewozi. Oddawszy w Warszawie rozkaz we właściwe ręce, jedzie odwiedzić męża w jego jednostce znajdującej się na szczęście niedaleko. Tu się zastanawiają, czy należy werbować do POW Polaków będących rosyjskimi oficerami i dochodzą wspólnie do wniosku, że tego robić nie wolno. Przysięga na wierność carowi jest przysięgą ważną. Kto ją złożył, winien jej dotrzymać. W tej decyzji przejawia się dewiza życiowa małżonków Rakowieckich: uczciwość na pierwszym miejscu. Niejednemu dzisiejszemu Polakowi może się to wydawać dziwne, ale w pełni koresponduje z postawą księcia Józefa Poniatowskiego, który pozostał wierny Napoleonowi również w czasach, gdy losy Polski trzeba już było opierać o zupełnie inne podstawy polityczne. Pani Pelagia Rakowiecka działa więc dla POW w innych środowiskach. Jej małżonkowi natomiast los pozwala szybko się dostać do niewoli austriackiej, z której jako Polak zostaje zwolniony i może pracować w powiatowym szpitalu w Bychawie. Po zamordowaniu cara, czuje się wreszcie zwolniony z przysięgi i wtedy dopiero może wstąpić do Wojska Polskiego. Bierze jako lekarz udział w wojnie z bolszewikami, aby w roku 1922, po powrocie z odznaczeniami w stopniu majora rezerwy, wrócić do cywilnej praktyki lekarskiej i do astronomii. Rakowiecki jest w tym okresie jednym z nielicznych astronomów w Polsce. Osiada wprawdzie w Hajnówce jako lekarz, bierze jednak czynny udział w zawiązującym się Polskim Towarzystwie Astronomicznym i staje się współbudowniczym polskiej astronomii.

Astronomia w Polsce odradza się powoli. Wreszcie mogą się ukazać drukiem napisane przed wojną jego *Drogi planet*. Ta pierwsza astronomiczna publikacja naukowa Rakowieckiego pojawia się w 50. roku jego życia! I to nie była jaka publikacja, bo podręcznik akademicki, z którego potem korzystał

kilka pokoleń studentów astronomii, w tym pisząc te słowa. W ślad za podręcznikiem sypią się oryginalne przyczynki naukowe. Publikuje je w Polsce i we Francji. Prace dotyczą mechaniki układu planetarnego, geodezji, służby czasu, zaćmień Słońca i Księżyca, dynamiki gwiazd wielokrotnych.

W 1930 r. zmarł Marcin Ernst, profesor astronomii Uniwersytetu Jana Kazimierza. Osadzeniem następcy na uniwersyteckiej katedrze astronomii we Lwowie zajmował się między innymi prof. Tadeusz Banachiewicz. Jednym z pięciu rozpatrywanych przez niego kandydatów na to stanowisko był Tadeusz Rakowiecki, który mając ówczesny doktorat medycyny oraz pokaźny dor-



Portret dra Rakowieckiego znajdujący się w Obserwatorium Astronomicznym UJ

bek z zakresu astronomii mógł się habilitować z tej ostatniej, co Banachiewicz zamierzał doprowadzić do skutku na Uniwersytecie Jagiellońskim. Rakowiecki był jednak człowiekiem niezmiernie skromnym. Miałby się stać — jak to było wówczas praktykowane — jedynym profesorem astronomii w uniwersytecie. Uważał, że do tego musiałby być równie wszechstronny jak jego poprzednik Ernst, który parał się zarówno astronomią sferyczną, mechaniką nieba, jak i astrofizyką. On zaś był tylko wąskim specjalistą w zakresie mechaniki nieba i paru innych działów astronomii klasycznej. Ponadto żał mu było opuścić swoich pacjentów w Hajnówce. Odmówił Banachiewiczowi. Jeszcze w latach 60., gdy o tym z nim rozmawiałem, wydawał się przekonany, że nie nadawałby się na profesora. Ale czasy

profesorów znających się na wszystkim już mijały. Następcą Ernsta został również wąski specjalista — tyle że nie mechanik niebieski, lecz fotometrysta — Eugeniusz Rybka.

Tadeusz Rakowiecki nie żałował nigdy tej odmowy. Mógł leczyć ludzi i wraz z żoną prowadzić najrozmaitsze akcje społeczne w Hajnówce, z którą wiązał się coraz silniej, a po pracy mógł się i w Hajnówce nadal zajmować ukochaną astronomią. Wykonywał prace na poziomie samodzielnego pracownika nauki z tym, że równorzędni mu poziomem koledzy brali za to profesorskie pensje, a badania naukowe oraz pisanie prac było ich głównym zadaniem. On to samo wykonywał po godzinach pracy — które inni przeznaczali na odpoczynki i rozrywki — i robił to bezpłatnie. Niektóre tylko wydawnictwa naukowe płaciły skromne honoraria za publikowane przyczynki. Tak pracował do wybuchu drugiej wojny światowej, nie przestał też pracować pod okupacją Hajnówki przez Związek Radziecki i Trzecią Rzeszę. Szczęśliwie uniknął śmierci i wysiedlenia. (Ludzie opowiadali mi, że go chronili wdzięczni pacjenci, jacy się znaleźli zarówno wśród kolaborantów bolszewickich, jak i wśród folksdojczyów). Tak pracował też po zakończeniu II Wojny Światowej, publikując prace napisane w czasie wojny, gdy ich druk był niemożliwy, i pisząc nowe.

O Rakowieckim słyszałem sporo, będąc studentem. A niedługo potem poznałem go osobiście we Wrocławiu na Zjeździe Polskiego Towarzystwa Astronomicznego w 1950 r. Otoczony był ówczesnymi filarami polskiej astronomii, takimi jak Banachiewicz, Dziewulski, Kępiński, Rybka, Stenz, Witkowski..., ale czasem otaczaliśmy go właśnie my — wówczas najmłodsi — i rozmawiał z nami ciekawie, chętnie i żywo, jakby był naszym rówieśnikiem. Nie sposób było go nie lubić. Profesor Banachiewicz zwykły był żartować, że wśród astronomów tylko Rakowiecki jest naprawdę doktorem; miał oczywiście na myśli potoczyny zwrot „poszedłem do doktora”.

Jednak czasy się zmieniały. Nauka ewoluowała coraz szybciej. Powstawały żywiołowo nowe teorie, nowe meto-

dy, nowe poglądy. A rachowanie z pomocą ręcznych arytmometrów zaczęło stopniowo odgrywać w astronomii coraz mniejszą rolę. Pojawiały się wymyślne maszyny elektryczne i coraz dostępniejsze stawały się komputery. Odwiedzając biblioteki naukowe tylko od czasu do czasu, Rakowiecki wypadał stopniowo z głównego nurtu swojej specjalności. Jego referaty wygłasiane na zjazdach Polskiego Towarzystwa Astronomicznego coraz bardziej odstawały od referatów ludzi związanych z uniwersytetami. Rozumiał to i stawał się jeszcze bardziej skromny, ale nie zgorzkniał, lecz przeciwnie — coraz bardziej serdeczny dla ludzi. Tylko rzadziej się teraz pojawiał na zjazdach i konferencjach, a dyskusjom raczej się przy słuchała niż brał w nich udział.

Odwiedzałem go czasem w Hajnówce. Ostatni raz na kilka miesięcy przed śmiercią w 87. roku jego życia. Z wizytami domowymi już nie jeździł. Przymierał natomiast jeszcze stale pacjentów w domu. „Przychodzą do mnie, bo mniej liczę” — mówił. Potem się kładł do łóżka, bo był zmęczony. A pacjenci mi mówili, że przychodzą, bo doktor Rakowiecki to umie leczyć, a ci młodzicy to... lepiej nie mówić. I byli zawiedzeni, kiedy pani Pelagia oznajmiała: „dziś już mąż nikogo więcej nie przyjmie”.

W roku 1964 kończył obliczanie orbity i efemerydy komety Sperra (1896



Wrocław 1950. Tadeusz Rakowiecki w towarzystwie ówczesnej młodzieży astronomicznej. Od lewej: Konrad Rudnicki, Cecylia Łubieńska (dziś Iwaniszewska), Andrzej Lisicki, Krzysztof Serkowski, Przemysław Rybka, Tadeusz Rakowiecki

IV). Przewidywał jej możliwy powrót w roku 1966. Był wprawdzie pewien przebiegu swoich rachunków, ale nie uważały za pewne danych wejściowych. Prosił więc młodszych uniwersyteckich kolegów o sprawdzenie tej pracy. Okazało się, że rzeczywiście nie wykorzystał wszystkich istniejących obserwacji, bo do niektórych nie dotarł i stąd jego wynik był obarczony dużym błędem. Komety w 1966 r. nie należało oczekiwać. Ale zanim się to okazało, on już nie żył.

Odszedł przed ukończeniem 87 lat życia. W roku jego śmierci, 1965, *Drogi planet i komet* były stale najnowszym polskim podręcznikiem wyznaczania orbit ciał niebieskich. Następny, obej-

mujący aktualniejsze zdobycze nauki i metody rachunkowe, ale bynajmniej nie lepszy, podręcznik mechaniki nieba ukazał się w Polsce dopiero w kilka lat później. Oprócz *Dróg planet* i kilkudziesięciu innych publikacji zostawił po sobie trochę rękopisów w języku polskim i francuskim, w tym niewydaną monografię matematyczną dotyczącą elipsy.

Przemówienie przedstawiciela Polskiego Towarzystwa Astronomicznego wygłoszone na pogrzebie zostało przez hajnowian przyjęte ze zdziwieniem. Owszem, coś tam słyszeli, że zajmował się również gwiazdami, ale podobnie jak Kopernik, Rakowiecki znany był w swojej okolicy jako dobry lekarz i wybitny społecznik, założyciel pierwszej kasy chorych w Hajnówce. Jako astronoma cenili go uczniowie z dalszych stron. Podobnie jak Kopernik, nie miał też bezpośrednich uczniów. Bezpośrednio — przez udział w zjazdach, jak i pośrednio, przez publikacje, zajmował jednak ważne miejsce w astronomii. Należał do tych, którzy budowali tę gałąź nauki w Polsce niepodległej po roku 1918 i jeśli się obecnie szczerzymy światowymi osiągnięciami Bohdana Paczyńskiego, Andrzeja Udalskiego, Aleksandra Wolszczańskiego i innych naszych współczesnych astronomów, to może warto sobie przypomnieć, że Tadeusz Augustyn Rakowiecki kładł wspólnie z Tadeuszem Banachiewiczem, Władysławem Dziewulskim, Marcinem Ernstem i Michałem Kamieńskim fundamenty pod te dzisiejsze osiągnięcia.

Konrad Rudnicki



Otwarcie izby pamięci Tadeusza Rakowieckiego przy szpitalu w Hajnówce w roku 1998, mieszczącej dokumenty i pamiątki jego działalności lekarskiej, astronomicznej, polonistycznej i społecznej. Na pierwszym planie po prawej stronie przedstawiciele społeczności astronomicznej: stojący do siebie plecami prof. Grzegorz Sitarski (z brzegu) i prof. Konrad Rudnicki (blisko środka)

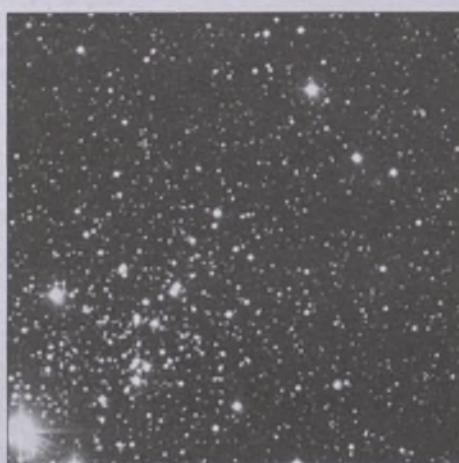
NGC 457

α (J2000)	01 ^h 19,5 ^m
δ (J2000)	+58° 17'
Gwiazdozbiór	Kasjopea
Typ	gromada otwarta
Jasność fotograficzna	6,9
Jasność wizualna	6,4
Rozmiar	13'
Odległość	2,8 kpc
Pędkość radialna	—

Gromada otwarta NGC 457 — należąca do najpiękniejszych gromad otwartych znajdujących się w gwiazdozbiorze Kasjopei — została odkryta przez Williama Herschela i oznaczona przez niego jako VII 42. W katalogu Dreyera została opisana następująco: jasna, rozległa, dość bogata w gwiazdy, gwiazdy słabsze niż 7 mag., 3 gwiazdy jaśniejsze niż 10 mag". Spotkać można kilka różnych nazw tej gromady, z których najpopularniejszą jest „Gromada Sowa” (ang. Owl Nebula). Jest łatwa do zauważenia już przez lornetkę, jako plamka światła tuż obok φ Cas — gwiazdy 5 mag. 10-cm teleskop ukazuje około 30 gwiazd rozsianych bardzo blisko φ Cas. Aby zobaczyć wszystkie sto gwiazd tej gromady, trzeba jednak dysponować co najmniej 30-cm teleskopem.

Gromada swój charakterystyczny wygląd zawdzięcza dwóm jasnym gwiazdom znajdującym się w odległości 2' łuku od siebie na jej południowo-wschodnim skraju: φ Cas i gwiazda 7 wielkości HD 7902, które tworzą „oczy” sowy. Nie ma na razie pewności, czy φ Cas jest członkiem tej gromady, czy też przypadkowo leży w tym samym kierunku, lecz w mniejszej od niej odległości. Analizy pędkości radialnych, polary-

zacji światła w gromadzie oraz typ spektralny tej gwiazdy FO I zdają się wskazywać, iż może jednak być jej członkiem. Pojawia się tu jednak problem: przy znacznej ekstynkcji międzygwiazdowej, jaką jest w tym kierunku ($E(B-V) = 0,50$), φ Cas byłaby jedną z najjaśniejszych gwiazd naszej Galaktyki, jaśniejszą niż Rigel! Nie jest jasne, czy ta druga gwiazda również należy do gromady. Spośród potwierdzonych członków tej gromady najjaśniejszym jest czerwony nadolbrzym HD 236697 o jasności 10 000 Słońca, widziany jako gwiazda 8,7 mag. około 5' łuku na północ od φ Cas. Sama gromada nie wykazuje koncentracji ku środkowi. W środku gromady znajduje się wizualny układ podwójny gwiazd. NGC 457 jest młodą gromadą otwartą, jej wiek szacuje się na około 25 mln. lat.



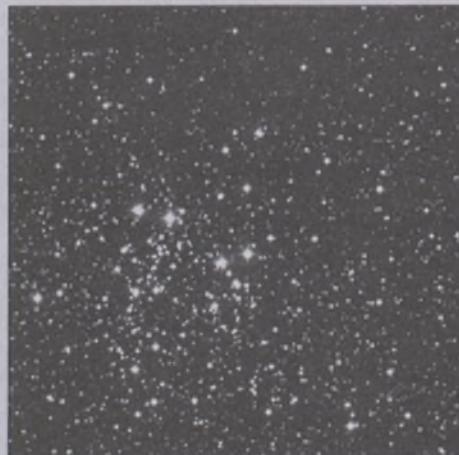
NGC 663

α (J2000)	01 ^h 46,1 ^m
δ (J2000)	-61° 15'
Gwiazdozbiór	Kasjopea
Typ	gromada otwarta
Jasność fotograficzna	7,9
Jasność wizualna	7,1
Rozmiar	16'
Odległość	2,2 kpc
Pędkość radialna	—

Ta kolejna piękna gromada otwarta została odkryta przez Williama Herschela i oznaczona numerem VI 31. W katalogu Dreyera znajdziemy taki oto jej opis: „jasna, rozległa, ekstremalnie bogata w gwiazdy”. Przez dobrą lornetkę widać jedynie dużą, niejednorodną plamkę światła. W 10-cm teleskopie gromada przypomina trochę NGC 457, jest bogata w gwiazdy, nieco skoncentrowana do środka, wyraźnie odróżnia się od tła Drogi Mlecznej. W gromadzie dominują cztery jasne gwiazdy 8 mag. ułożone w dwie pary. By podziwić piękno tej gromady, trzeba jednak dysponować przynajmniej 20-cm teleskopem, przez który można dostrzec około 50 członków gromady na tle poświaty 100 pozostałych gwiazd mających jasności w przedziale 13-16 mag.

Jest to młoda gromada otwarta, jej wiek jest określany na 20 min lat. Dokładna fotometria CCD tej gromady przyniosła po-

twierdzenie faktu, że ogromna większość jej członków tworzy dobrze określony ciąg ewolucyjny, począwszy od gwiazd ciągu głównego typu B2 w dół. Jakkolwiek są tu wyjątki, które tłumaczy się efektami ewolucyjnymi w masywnych ciasnych układach podwójnych. Gromada zawiera bardzo liczną grupę gwiazd Be, szczególnie wśród typów widmowych wcześniejszych niż B4, którą to obecność próbuje tłumaczyć się również efektami ewolucji w układach podwójnych gwiazd.



NGC 869 i NGC 884

	869	884
α (J2000)	$02^{\text{h}} 19,0^{\text{m}}$	$02^{\text{h}} 22,4^{\text{m}}$
δ (J2000)	$+57^{\circ} 09'$	$+57^{\circ} 07'$
Gwiazdozbiór	Perseusz	Perseusz
Typ	Gromada otwarta	Gromada otwarta
Jasność fotograficzna	5,3	5,8
Jasność wizualna	4,3	4,5
Rozmiar	30'	30'
Odległość	2,2 kpc	2,2 kpc
Prędkość radialna	-22 km/s	-21 km/s

Te dwie gromady otwarte stanowią parę „nierożłaczek”, są nazywane Gromadą Podwójną h i χ w Perseuszu. Ze względu na swe bliskie wzajemne położenie oraz wielkie podobieństwo i wspólne pochodzenie będą omówione tutaj wspólnie. Są prawdziwą ozdobą północnego nieba. Widziane w instrumencie o dużym polu widzenia stanowią jeden z najpiękniejszych widoków nieba. Skatalogowane przez Williama Herschela pod koniec XVIII w. pod numerami VI 33 i VI 34, są jednymi z nielicznych obiektów NGC dostrzegalnych gołym okiem. W pogodną, bezksiężycową noc można je zauważać jako wydłużoną poświatę w kształcie hantli na połączeniu gwiazdozbiorów Perseusza i Kasjopei. Najlepiej obserwować je przy małym powiększeniu, najwyższej $\times 50$, lub przez duże lornetki typu 20×80 .

Gromady są odległe od siebie o 30 minut łuku dokładnie wzdłuż linii wschód-zachód. NGC 864, leżąca bardziej na zachód, jest nieco jaśniejsza, z dość wyraźnym jądem, bardziej zwarta niż jej towarzyszka NGC 884, co jest szczególnie dobrze widoczne przy dużych powiększeniach. Ich odpowiednie opisy w katalogu Dreyera są następujące: „nadzwyczaj rozległa, bardzo bogata w gwiazdy o jasnościach od 7 do 14 mag.” oraz „bardzo duża, bardzo bogata w gwiazdy, jej jasne gwiazdy skoncentrowane są w środku gromady”.

Obie gromady leżą w bardzo bogatym w gwiazdy tle Drogi Mlecznej. Są to stosunkowo bliskie obiekty, liczące po około

300 gwiazd każda. Ich wiek ocenia się na około 10 milionów lat, przy czym NGC 884 wygląda na nieco młodszą. Największą zagadką jest ich wielkie wzajemne podobieństwo oraz fizyczne powiązania (takie, jak na przykład wspólny ruch własny, ta sama prędkość radialna, wiek, metaliczność, funkcja masy), które wskazują, że powstawały w bardzo podobnych warunkach i to w bardzo bliskim sąsiedztwie. Jest to jedyny taki przypadek powiązania ewolucyjnego i grawitacyjnego dwóch gromad otwartych w naszej Galaktyce. Nic też dziwnego, że gromady te są bardzo intensywnie badane. Jedną z niespodzianek, jakie przyniosła analiza fotometrii tych gromad, jest ustalenie, że powstawanie gwiazd w ich obrębie, a w szczególności w NGC 884, nie było procesem jednorazowym, lecz przebiegało w trzech etapach rozdzielonych w czasie aż o około 50 milionów lat, co również stawia te gromady w rzędzie unikatów na skalę całej Galaktyki. Oceny mas obu gromad dają wartości 3700 mas Słońca dla NGC 869 i 2800 mas Słońca dla NGC 884. Nie jest pewne, czy można traktować obie gromady jako jądro asocjacji OB1 w Perseuszu, w każdym razie są prawie na pewno członkami tej asocjacji młodych, niebieskich gwiazd. Najjaśniejsze gwiazdy w obu gromadach to niebieskie olbrzymy, jednak kilka gwiazd zdążyło wyewoluować do stadium czerwonych nadolbrzymów.

Dariusz Graczyk



Rysunek wykonany przez Billę Ferrisa na podstawie obserwacji przez 25-cm teleskop Newtona przy powiększeniu $\times 38$



Interesujące obiekty: ANDROMEDA

Wraz z początkiem 2004 r. rozpoczynamy nowy cykl poświęcony interesującym obiektom astronomicznym (o jasnościach wizualnych większych niż 12 mag.), które mogą być obserwowane przez miłośników astronomii. Głównym celem przeglądu będą tzw. obiekty mgławicowe: gromady gwiazd (otwarte i kuliste), mgławice (dyfuzyjne, refleksywne i planetarne) oraz galaktyki.

Kolejne wydania *PORADNIKA OBSERWATORA* będą poświęcone poszczególnym gwiazdozbiorom uszeregowanym w kolejności alfabetycznej (widocznym z obszaru Polski). Prezentowane treści nie będą ograniczały się tylko do zestawienia listy takich obiektów, ale także będą zawierały informacje na temat parametrów sprzętu obserwacyjnego.

Warto podkreślić, że znacząca część mgławic emisyjnych ma rozmiary kątowe na sferze niebieskiej znacznie większe od Księżyca w pełni. Fakt ten można wyraźnie dostrzec na fotografiach wykonanych za pomocą obiektywów fotograficznych o ogniskowych z zakresu 50-135 mm. Również rozmiary kątowe wielu galaktyk są znaczne i zawierają się w przedziale od kilku do kilkunastu minut kątowych. I podobnie jak w przypadku mgławic swoje prawdziwe oblicze i rozmiary ujawniają dopiero na fotografiach.

Podawane współrzędne (α — rektascensja, δ — deklinacja) odnoszą się do epoki 2000.0, a jasności do zakresu wizualnego (m_v).

IC 239 [$\alpha: 2^h 36^m 27,9^s$, $\delta: +38^\circ 58' 11''$] — galaktyka spiralna o jasności 11,1 mag. i rozmiarach kątowych $4,6' \times 4,3'$. Sugerowana średnica zwierciadła teleskopu powinna wynosić 150-200 mm, a powiększenie 50-100 \times . W przypadku fotografowania efektywna ogniskowa powinna wynosić 1500-3000 mm.

NGC 205 (M 110) [$\alpha: 0^h 40^m 22,5^s$, $\delta: +41^\circ 41' 11''$] — galaktyka eliptyczna o jasności 8,1 mag. i rozmiarach $21,9' \times 10,9'$. Obiekt ten zobaczymy już w lornetce 7 \times 50 jako niewielką plamkę znajdująca się w pobliżu galaktyki M 31. Do sfotografowania NGC 205 można użyć obiektywu o ogniskowej 500-1500 mm.

NGC 221 (M 32) [$\alpha: 0^h 42^m 41,8^s$, $\delta: +40^\circ 51' 54''$] — galaktyka eliptyczna o jasności 8,1 mag. i rozmiarach $7,6' \times 5,8'$. Galaktykę NGC 221 podobnie jak NGC 205 dostrzeżemy w lornetce 7 \times 50 w sąsiedztwie M 31. Fotografując NGC 221, powinniśmy użyć ogniskowej 1000-2000 mm.

NGC 224 (M31) [$\alpha: 0^h 42^m 44,4^s$, $\delta: +41^\circ 16' 8''$] — galaktyka spiralna o jasności 3,4 mag. i rozmiarach $180' \times 63'$. Jest to największa pod względem rozmiarów kątowych galaktyka jaką można dostrzec na niebie północnym. Jej centralne części widoczne są okiem nieuzbrojonym jako niewielka plam-



ka. Jednak już na zdjęciach wykonanych za pomocą obiektywów fotograficznych o ogniskowych 200-500 mm M 31 ukaże nam swój kształt i okazałe rozmiary. Jak są one duże niech świadczy fakt, że na tle tej galaktyki moglibyśmy umieścić 12 tarcz Księżyca w pełni!

NGC 404 [$\alpha: 1^{\text{h}} 9^{\text{m}} 27^{\text{s}}$, $\delta: +35^{\circ} 43' 3''$] — galaktyka spiralna o jasności 10,3 mag. i rozmiarach kątowych $3,4' \times 3,4'$. Do obserwacji tej galaktyki powinniśmy użyć teleskopu o średnicy co najmniej 100 mm i powiększeniu 50-100 razy. W przypadku fotografowania NGC 404 ogniskowa powinna wynosić ponad 2000 mm.

NGC 752 [$\alpha: 1^{\text{h}} 57^{\text{m}} 48^{\text{s}}$, $\delta: +37^{\circ} 41' 0''$] — gromada otwarta gwiazd (60 członków) o jasności 5,7 mag. i średnicy $50'$. Gromadę będziemy mogli zobaczyć już w lornetce 20×60 lub lunecie o średnicy 60-80 mm. Fotografując NGC 752, najlepiej użyć ogniskowej 500-1000 mm.

NGC 812 [$\alpha: 2^{\text{h}} 6^{\text{m}} 51,1^{\text{s}}$, $\delta: +44^{\circ} 34' 27''$] — galaktyka spiralna o jasności 11,2 mag. i rozmiarach $3,2' \times 1,5'$. Obiekt ten dostrzeżemy w teleskopie o średnicy 150 mm, chociaż lepszy byłby 200-mm. Galaktyka NGC 812 jest trudnym obiektem do fotografowania, gdyż wymaga użycia ogniskowej około 3000 mm i bardzo długich czasów ekspozycji.

NGC 891 [$\alpha: 2^{\text{h}} 22^{\text{m}} 33^{\text{s}}$, $\delta: +42^{\circ} 20' 48''$] — galaktyka spiralna o jasności 9,9 mag. i rozmiarach kątowych $13' \times 2,8'$. Do obserwacji wizualnych powinniśmy użyć teleskopu o średnicy 100 mm i powiększeniu 30-60 razy. Ogniskowa obiekty-

wu w przypadku obserwacji fotograficznych powinna wynosić od 500 do 1000 mm.

NGC 956 [$\alpha: 2^{\text{h}} 32^{\text{m}} 24^{\text{s}}$, $\delta: +44^{\circ} 39' 0''$] — gromada otwarta gwiazd (30 członków) o jasności 8,9 mag. i średnicy $7'$. NGC 956 będziemy mogli dostrzec jako mglistą plamkę w lornetce 20×60 bądź w lunecie o średnicy 60-80 mm. Do fotografowania przydatny będzie jednak większy teleskop (o średnicy 100-150 mm) i ogniskowej około 2000 mm.

NGC 7640 [$\alpha: 23^{\text{h}} 22^{\text{m}} 6,6^{\text{s}}$, $\delta: +40^{\circ} 50' 43''$] — galaktyka spiralna o jasności 11,3 mag. i rozmiarach $11' \times 2,5'$. Odpowiedni teleskop powinien mieć średnicę 150-200 mm i powiększenie 50-80 razy. Fotografując NGC 7640, powinniśmy użyć ogniskowej 1000-2000 mm.

NGC 7662 [$\alpha: 23^{\text{h}} 25^{\text{m}} 54,3^{\text{s}}$, $\delta: +42^{\circ} 32' 30''$] — mgławica planetarna o jasności 8,6 mag. i rozmiarach $32'' \times 28''$. Jeśli chcemy zobaczyć mgławicę NGC 7662, to powinniśmy użyć teleskopu o średnicy co najmniej 100 mm i powiększeniu 100-150 razy. Do jej sfotografowania wymagane są bardzo długie ogniskowe rzędu 3000-5000 mm.

NGC 7686 [$\alpha: 23^{\text{h}} 30^{\text{m}} 12^{\text{s}}$, $\delta: +49^{\circ} 8' 0''$] — gromada otwarta gwiazd (20 członków) o jasności 5,6 mag. i średnicy $14'$. Można ją obserwować za pomocą lornetki 7×50 lub 20×60 . W przypadku fotografowania NGC 7686 powinniśmy użyć ogniskowej około 1000 mm.

Wiesław Skórzyński

Dokończenie ze s. 2.

strony wschodniej i szybko przemieszczając się na północ.

W trakcie tego „biegu” gwaltownie zmieniały swe kształty, rozmywając się i rozciągając, wirując i zwijając. Żywot każdego takiego tworu był nie dłuższy niż 15-20 s. Były momenty, gdy ciąg nadpływających smug był niemal nieprzerwany, a były one duże i jasne. Wszystko to w subtelnich, stonowanych barwach nie przypominających wspaniałych, jaskrawych zór z okolic podbiegunowych. Moje obserwacje trwały do północy.

Jestem przekonany o autentyczności swych obserwacji, nie ma tu mowy o jakimś złudzeniu czy mylącym wpływie światła miejskich, które w miejscu moich obserwacji nie są zbyt silne. Niebo tej nocy było czyste, ciemne i gwiaździste.

Z astronomicznymi pozdrowieniami,

Grzegorz Kubicki
Ostrowiec Świętokrzyski

(...) Zorza była niezwykle jasna i olbrzymia, przez pewien czas zajmowała około 1/3 nieba. Całe zjawisko zauważylem (już w pełnej krasie) o 17:10 UT, a obserwacje zakończyłem o 22:15 UT ze względu na zachmurzenie. Zorza, być może, byłaby dalej widoczna. Zjawisko najprawdopodobniej było przyczyną zakłóceń w odbiorze programu radiowego — taki sam efekt wystąpił 29.10., gdy również zauważylem zorzę. Niestety, zanim przygotowałem aparat fotograficzny, było po wszystkim, w czym również wybitny wkład miały chmury. (...)

Krzysztof Socha
Baćkowice

Szanowna Redakcjo!

W dniu 20 listopada wystąpiło w Polsce zjawisko zorzy polarnej. W miejscu mojego zamieszkania w Trzęsówce,

ok. 40 km na północ od Rzeszowa, było ono doskonale widoczne. Chciałbym przedstawić czytelnikom „Uranii — Postępów Astronomii” krótką relację z tej obserwacji. Myśle, że jest to na tyle rzadkie i efektowne zjawisko, że warte bliższej prezentacji. Do tekstu dołączam zdjęcie, jakie wówczas wykonałem.

Czwartkową noc 20 listopada 2003 r. zapowiadała się całkiem „zwyczajnie”, po nieco pochmurnym i wietrznym dniu niebo powoli rozpogodziło się i już niedługo po zachodzie Słońca zaczęły pojawiać się pierwsze gwiazdy. Około godziny 20:30 zauważylem nad północno-wschodnim horyzontem dziwne światło. Wyglądało to tak, jak gdyby właśnie wypadała pełnia Księżyca, a przecież w tym dniu Księżyca zbliżał się do nowiu. Zaciekawiony wyszedłem na dwór, aby przyjrzeć się bliżej tej poświacie. Wtedy dostrzegłem, że owo światło jest kolorem zielonkawego, a niebo nad wschodnim horyzontem jest wyraźnie czerwone i pojawiają się na nim żółto-zielonkawe obłoki. Przewidując dalszy ciąg zdarzeń, szybko wróciłem do domu, zabrąłem statyw, aparat, i w pośpiechu zacząłem szukać odpowiedniego miejsca do obserwacji i robienia zdjęć. O godz. 20:50 zjawisko nasiliło się: srebrne obłoki zaczęły pojawiać się na całym niebie. Sięgając aż po południowy horyzont i rozświetlając się na kilkanaście sekund, wirowały, przyjmując różnorodne kształty, następnie stopniowo gąsnąc zanikały, a na ich miejscu pojawiały się nowe. Trwało to około 35 min. po czym

Dokończenie na s. 46.

Trochę astronomii na lekcjach informatyki

czyli o tym, jak można wykorzystać Internet w szkole

Kilka lat temu, wraz ze zniknięciem fizyki w szkołach podstawowych, musiałem przekwalifikować się na nauczyciela informatyki. W owym czasie (1998 r.) zaczęła rozwijać się na dobre akcja „Internet w każdej gminie”, polegająca na wyposażaniu szkół podstawowych w pracownie komputerowe z dostępem do Internetu. Pracownię taką dostała również szkoła, w której uczę.

Zgodnie z założeniami programów nauczania w zreformowanych szkołach podstawowych i gimnazjach, pracownie te mają służyć także realizacji tzw. ścieżek międzyprzedmiotowych. Dostęp do zasobów Internetu stanowi tu nieocenioną pomoc, o ile oczywiście, nauczy się dzieci w miarę skutecznego wyszukiwania informacji i oddzielania przysłowiowego ziarna od plew, których w Sieci nie brakuje. Należy również kłaść nacisk na umiejętność właściwego wykorzystywania pozyskanych z tego źródła materiałów. M.in. ważny jest tu aspekt poszanowania praw autorskich.

Pod koniec października 2003 r. w telewizji i na pierwszych stronach gazet można było spotkać informacje o zaskakująco silnej aktywności słonecznej i widocznych na powierzchni naszej dziennej gwiazdy wielkich plamach.

Przy takich okazjach uczniowie zadają mi mnóstwo pytań: czym są te plamy, czy zagrażają życiu na Ziemi, itp. Postraktowałem to jako świetną okazję do ćwiczeń z wyszukiwaniem informacji w Internecie.

Ponieważ wpisanie frazy „aktualny wygląd powierzchni Słońca” daje często inne wyniki niż zapytanie o „aktualny wygląd tarczy słonecznej”, była też okazja do pokazania, jak dobór słów wpisywanych w polu wyszukiwarki decyduje o sukcesie. Generalnie należy próbować różnych kombinacji i w opisach pod odnośnikami podawanymi przez wyszukiwarkę kontrolować, czy to już jest to, o co nam chodzi. W niektórych klasach trzeba było trochę podpowiedzieć, co wpisać.

Jeśli grupa pracowała dość sprawnie, można było pozwolić sobie na znalezienie informacji o rozmiarach kuli Słońca i Ziemi, aby porównać te dwie wielkości (okazja do wykorzystania kalkulatora obecnego w systemie operacyjnym!)



Proszę pana, już znalazłyśmy!

Po takim wstępnie, jeśli tylko chmury były łaskawe, oglądaliśmy zaplamione Słońce, wykorzystując w roli filtrów słonecznych poczciwe dyskietki. Tak się szczęśliwie składało, że tydzień później niektórzy uczniowie widzieli zorzę polarną i była znowu świetna okazja, by poszukać rzeczowych informacji „co to takiego jest” na stronach WWW (zalecam korzystanie z internetowej encyklopedii PWN jako przykładu źródła bardzo wiarygodnych informacji).

Samodzielne znalezienie zdjęć zorzy polarnych i umieszczenie ich na pulpicie jako tzw. tapetę stanowiło kolejne atrakcyjne ćwiczenie doskonalące umiejętność korzystania z internetowych wyszukiwarek. Tu wspaniale sprawdziła się wyszukiwarka grafiki w serwisie Google. Była też okazja do zademonstrowania, jak znacznie rośnie efektywność tego narzędzia, gdy zamiast polskiego słowa *zorza* używamy bardziej światowego *aurora* (131 tys. znalezionych plików zamiast 386!).

Jacek Drążkowski



Te olbrzymie grupy plam słonecznych widoczne 26.10.2003 można było bez problemu dostrzec nieuzbrojonym okiem. Obraz pochodzi ze strony internetowej <http://umbra.nascom.nasa.gov>



Dyskietki komputerowe dobrze spełniają rolę filtrów słonecznych

Astronomiczne doświadczenia z fizyki

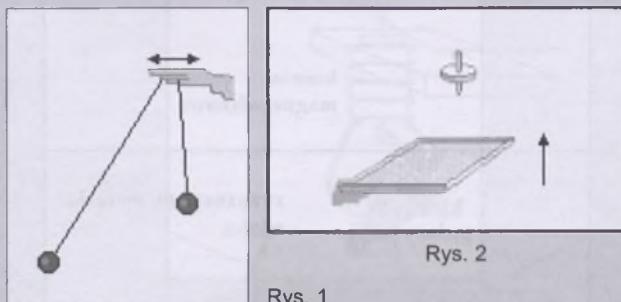
Seminarium 2003

We wrześniu 2002 r. na IX Seminarium dla nauczycieli fizyki organizowanym przez Centrum Astronomii PAN demonstrowałem 10 prostych doświadczeń z fizyki związanych z nauczonymi treściami astronomicznymi [1]. Pokaz został bardzo dobrze przyjęty i dr Stanisław Bajtlik (organizator Seminarium) prosił o przygotowanie następnej serii na kolejne seminarium.

Na X Seminarium (wrzesień 2003) zademonstrowałem następne 10 doświadczeń. Kryteria ich doboru były identyczne jak poprzednio.

Doświadczenia

Rezonans. Na dwóch nitkach o różnej długości zawieszamy dwa dowolne przedmioty (np. dwie duże nakrętki). Na nitkach zawiązujemy pętle umożliwiające ich zawieszenie. Obciążone nitki zawieszamy na dwóch palcach jednej dłoni (małym i wskazującym) — rys. 1. Nieznaczymi ruchami dłoni staramy się wywołać ruch wahadła. Po chwili jedno z wahadła (np. dłuższe) wychyla się bardzo silnie, drugie prawie wcale. Stwierdzamy: „nie udało się” i powtarzamy doświadczenie. Teraz waha się krótsze wahadło (warto wcześniej przećwiczyć). „Znowu nie wyszło, może komuś z Was uda się rozkołyssać oba?” Oczywiście uczniom też się nie udaje. Wyznaczamy okresy drgań swobodnych dla obu wahadła a następnie okresy dla aktualnie pobudzonego wahadła (w tym przypadku równe okresom sił pobudzających). Uzupełniamy pokazem znanego doświadczenia z kilkoma wahadłami zawieszonymi na poziomo rozciagniętym sznurku. O niektórych rezonansach w Układzie Słonecznym (a jest ich wiele) możemy przeczytać m. in. w [2].

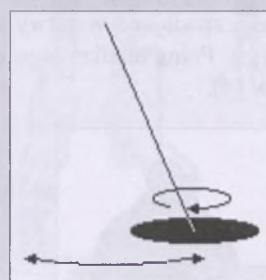


Rys. 1

Zasada zachowania wektora momentu pędu. Do doświadczenia niezbędny jest niewielki bąk i dowolna taca. Kładziemy bąk na tacce i podrzucamy do góry. Zwracamy uwagę, że podrzucony bąk wykonuje chaotyczne „koziołki”. Wprawiamy bąka (na tacce) w ruch wirowy i podrzucamy jak poprzednio. Podrzutony bąk zachowuje kierunek osi obrotu i po wylądowaniu na tacce wiruje nadal.

Zasada zachowania wektora momentu pędu. Na końcu długiej, mocnej nitki przywiązujemy guzik. Nitkę prze-

wlekamy przez otwór dużej (czarnej) płyty gramofonowej. Trzymając za koniec nitki, wprawiamy płytę w ruch wahadłowy (rys. 3). Kołysząca się płyta wykonuje chaotyczne ruchy. Wprawiamy płytę w ruch obrotowy i ponownie wprawiamy w ruch wahadłowy. Tym razem płyta zachowuje się bardzo „porządnie”, nie zmienia kierunku osi obrotu. O znaczeniu tej zasady dla opisu zachowania ciał niebieskich (i ich układów) nie muszę chyba pisać.



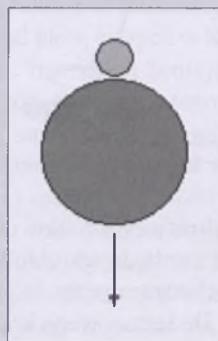
Rys. 3

Swobodne osie obrotu. Wszystkie ciała niebieskie obracają się wokół osi swobodnych. Ale nie każda oś swobodna (zawsze przechodząca przez środek masy) nie jest jednakowo stabilna. Do tekturowego krążka o średnicy ok. 10 cm przywiązujemy nitkę. Koniec nitki ujmujemy w dwa palce (kciuk i wskazujący) i wprawiamy w szybki ruch obrotowy, wykorzystując na przemian palce lewej i prawej dłoni (rys. 4). Po chwili krążek przyjmuje położenie poziome (obraca się wokół osi odpowiadającej największemu momentowi bezwładności). Ta oś obrotu jest najbardziej stabilna. Pięknie to uzasadnia A. Piekara [3]. Ułatwieniem jest nawleczenie nici na igłę (z uciętym ostrzem).



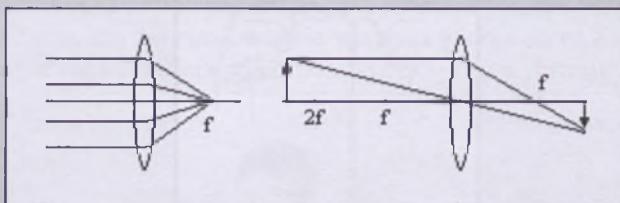
Rys. 4

Wybuch supernowej. Kiedyś przyszedł do mnie uczeń z książką, w której przeczytał : „Zewnętrzne warstwy gwiazdy spadają na skolapsowane jądro, odbijają się i z ogromną prędkością ulatują w przestrzeń.” Jak to możliwe, przecież nie mogą odbić się na odległość większą niż ta, z której spadły? Przypomniało mi się wówczas znane doświadczenie z piłkami. Potrzebne są dwie piłki, tenisowa i do koszykówki. Umieszczamy piłki tuż nad sobą (rys. 5) i upuszczamy swobodnie. Piłka tenisowa (jeśli tylko ich środki masy leżały na tej samej prostej pionowej) odskaakuje na znaczną wysokość. Zademonstrowałem doświadczenie uczniowi. Po chwili zastanowienia powiedział: „Piłka tenisowa otrzymała sporo energii od koszykowej.” Zgadza się, podobnie spadające warstwy dostają dodatkowy zastrzyk energii. Pełną analizę tego doświadczenia znajdziemy m. in. w [4].

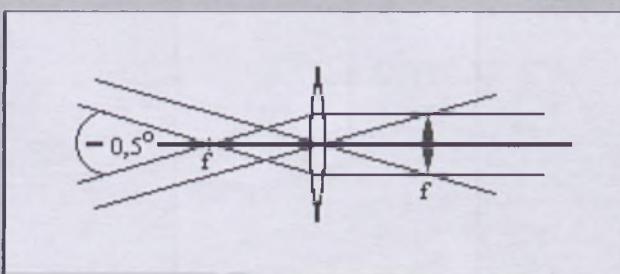


Rys. 5

Obraz Słońca. Dość często stawiałem przed uczniami zadanie : Przeprowadźcie konstrukcję obrazu Słońca two-rzonego przez soczewkę skupiającą. Najczęściej pojawiały się dwa rozwiązania (rys. 6). Oczywiście, obydwa błędne. Pierwsze mogłyby być poprawne, gdybyśmy potrafili narysować je w odpowiedniej skali. W drugim uczniowie nie uwzględnili faktu, że Słońce widzimy jako obiekt rozciągły, a więc promienie wychodzące z różnych punktów Słońca nie są równoległe. Poprawne rozwiązanie przed-



Rys. 6



Rys. 7

stawia rys. 7. Zdarzało się, iż uczniowie kwestionowali poprawność mojego rozwiązania, zwracając uwagę, że zapalali papier, ogniskując na nim promień słoneczne za pomocą lupy, przy czym widzieli punktowy obraz Słońca. Powtarzałem ich doświadczenie, używając soczewki o zdolności zbierającej ok. +1 D (taką soczewkę o średnicy 55 mm można za 5 zł kupić w sklepach optycznych). Jak łatwo policzyć, obraz Słońca ma wówczas średnicę ok. 4,6 mm.

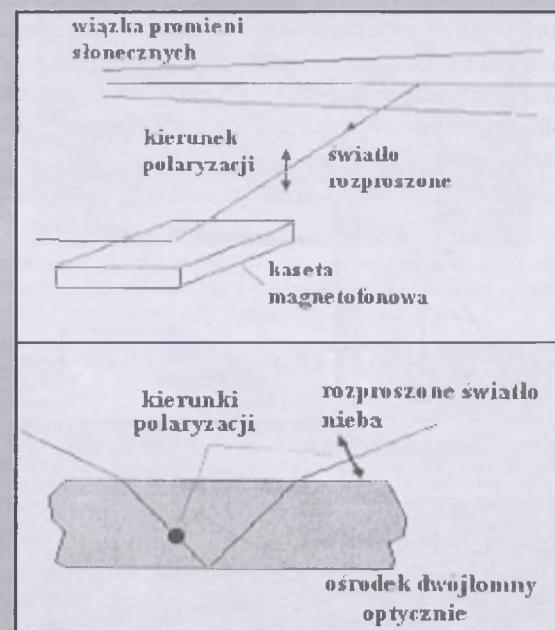
Możemy też skorzystać z podstawowych wzorów:

$$\frac{1}{x} + \frac{1}{y} = \frac{1}{f} \text{ oraz } p = \frac{y}{x} \text{ skąd}$$

$$p = \frac{f}{x-f}, \text{ a ponieważ } x-f \equiv x$$

mamy ostatecznie $p = \frac{f}{x}$, czyli $p \propto f$

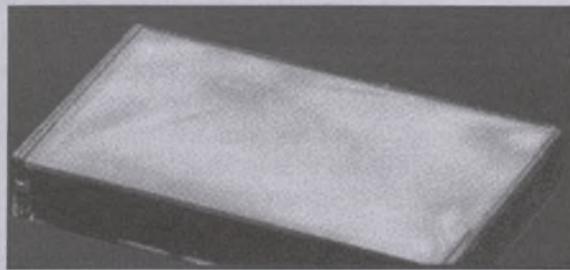
Gwiazda i zapalka. Inny problem: Czy można za pomocą zapalki trzymanej w ręku (oczywiście patrząc jednym okiem) zasłonić gwiazdę? Rozwiązań były różne (choć najczęściej, że można). Uzasadnienia z błędami lub niepełne. Gdzie tu doświadczenie? Polecam sprawdzenie doświadczalne w najbliższy pogodny wieczór. Oczywiście, zadanie jest niewykonalne. Promienie świetlne pochodzące od wybranej gwiazdy (obiekt punktowy) są praktycznie równoległe, zapalka ma średnicę ok. 2 mm, a otwór żrenicy (w nocy) średnicę ok. 8 mm.



Rys. 8

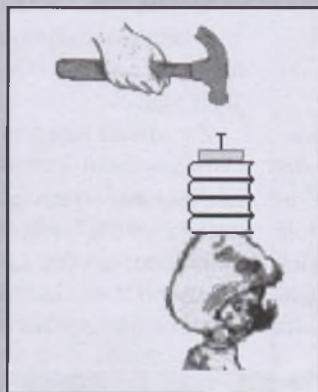
Polaryzacja. Jeśli w bezchmurny dzień spojrzymy (przy odpowiednim ustawieniu — rys. 8) na pudełko od kaset magnetofonowych lub płyt CD, zobaczymy barwne wzory (rys. 9). Powstały one dzięki polaryzacji chromatycz-

nej. Jak wiadomo, powstają one, gdy między polaryzatory wstawimy substancję dwójłomną optycznie. Dlaczego widzimy je w tym prostym doświadczeniu? Rozproszone światło nieba jest częściowo spolaryzowane. W materiale, z którego wykonane są pudełka, dwójłomność została wymuszona (i utrwalona) w trakcie ich produkcji. W czasie odbicia od dolnej powierzchni światło ulega również polaryzacji (i to w kierunku prostopadłym do częściowej polaryzacji uzyskanej w czasie rozpraszania — rys. 9). Podobne barwne wzory obserwujemy niekiedy na szybach samochodowych.



Rys. 9

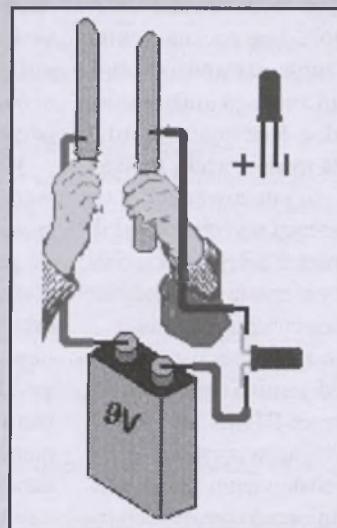
Bezwładność. Termin bezwładność rzadko spotykamy w podręcznikach astronomii, za to bardzo często mówimy o masie różnych obiektów. A masa jest przecież miarą bezwładności. Do doświadczenia niezbędne są: niewielka deseczka, kilka książek (o łącznej masie ok. 4 kg), średniej wielkości gwóźdź i młotek (o masie 500 g). Książki kładzie sobie na głowę (przytrzymując je rękoma) nauczyciel, uczeń lub uczennica — rys. 10. Wybrana osoba otrzymuje polecenia wbicia gwoździa w położoną na książkach deseczkę.



Rys. 10

Oporność stykowa. Potrzebne będą: dioda elektroluminescencyjna o podwyższonej jasności (1300 mcd, do nabycia za 1,50 zł w sklepie z częściami elektronicznymi), bateria 6F6 (9 V), przewody do połączeń, krokodylki i dwa noże o metalowych trzonkach. Przyrządy łączymy wg rysunku 11. Lekko ujmujemy trzonki noży. Ściszkamy je coraz silniej. Zwilżamy dłonie i ponawiamy doświadczenie. Uczniowie obserwują zmiany jasności świecenia diody. Oczywiście główny cel doświadczenia to pokazanie, że nie należy używać urządzeń elektrycznych w czasie

sie kąpieli. A odniesienie do astronomii? Przeczytałem fragment dziennika stacji astronomicznej [5] założonej na szczytce Łysiny (inaczej Przygoledzi lub Lubomiry) w 1922 r. przez astronomów krakowskich. Do odbierania niezbędnych sygnałów czasu nadawanych z Nauen miały służyć „stacja radiobiorcza” (czytaj: odbiornik kryształkowy zwany też detektorowym). Z odbiorem sygnałów były duże kłopoty. W końcu ustalono, że niezbędne jest polutowanie wszystkich połączeń. Pomogło.



Rys. 11

UWAGA. Noże nie mogą się zetknąć, grozi to zniszczeniem diody (nominalne napięcie pracy diody wynosi 3 V).

Juliusz Domański

Literatura

- [1] „Urana – Postępy Astronomii” nr 1/2003-10-04.
- [2] Bielecki, W., *Szkice o ruchach ciał niebieskich*, PWN, Warszawa 1976.
- [3] Piekarz A., *Mechanika ogólna*, PWN, Warszawa 1961.
- [4] Błasiak W. (red), *Trudna fizyka w prostych eksperymentach*, OFKK, Jelenia Góra 1991.
- [5] Banachiewicz T. (red), *Pierwsze miesiące Stacji Astronomicznej w Beskidach*, Rocznik Astronomiczny Obserwatorium krakowskiego, Kraków 1923.

ASTRO-BIT
Oprogramowanie i materiały astronomiczne

Ireneusz Włodarczyk
ul. Rewolucjonistów 15/13
42-500 Będzin

tel.:(0-32) 761-29-46 e-mail: astrobit@ka.onet.pl

V Konferencja Sekcji Obserwatorów Komet PTMA

Wdniach 10-12 października 2003 r. w Krakowie, w siedzibie Zarządu Głównego Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii odbyła się V Konferencja Sekcji Obserwatorów Komet PTMA (SOK PTMA) pt. „Struktura i ewolucja komet i innych drobnych ciał Układu Słonecznego”. Tegoroczna konferencja została zorganizowana w setną rocznicę urodzin znanego krakowskiego astronoma, doc. Kazimierza Kordylewskiego i była jedną z wielu spotkań i uroczystości zorganizowanych z tej okazji. W konferencji uczestniczyło kilkudziesięciu gości z całej Polski, chociaż w tym samym czasie odbywały się także inne, rocznicowe spotkania.

Rozpoczęcie konferencji nastąpiło w piątek 10 października o godzinie 16. Otworzył ją Prezes PTMA, dr Henryk Brancewicz, witając wszystkich przybyłych. Po przedstawieniu planu konferencji przystapiono do prezentacji fotografii komet, wykonanych przez członków SOK.

Część naukowa konferencji rozpoczęła się w sobotę 11 października o godz. 10 rano od złożenia kwiatów na grobie doc. Kordylewskiego na cmentarzu Rakowickim w Krakowie. Następnie uczestnicy konferencji udali się do siedziby ZG PTMA w celu wysłuchania referatów zaproszonych gości.

O godz. 11 wszystkich zebranych przywitał Prezes PTMA, dr Henryk Brancewicz, wyrażając zadowolenie z jej ponownego zorganizowania i licznie zgromadzonych uczestników. W referacie wprowadzającym przypomniał postać doc. Kordylewskiego, podkreślając jego znaczenie dla rozwoju powojennej astronomii polskiej. Doc. Kordylewski był także jednym z głównych inicjatorów odrodzenia PTMA w Krakowie po II Wojnie Światowej.

Konferencję rozpoczęł referat dra Ireneusza Włodarczyka (Planetarium Śląskie, Chorzów) pt. „Polowanie na planety Układu Słonecznego”. Tytuł referatu wskazywał na tematykę związaną z odkrywaniem nowych planet, w rzeczywistości jednak był poświęcony problematyce bombardowania powierzchni planetarnych przez komety

i planetoidy. Prelegent na podstawie przykładów opisał skutki takich zderzeń, a następnie przedstawił szereg „kandydatów” mogących w przyszłości zagrozić Ziemi. Orbity większości z nich zostały wyznaczone przez prelegenta, blisko współpracującego z zeszłorocznym gościem konferencji, prof. Grzegorzem Siatarskim. Szczególnie „pechowy” wydaje się być dla Ziemi rok 2101, a zwłaszcza okolice 1 czerwca, gdy w Ziemię mogą uderzyć aż trzy niewielkie planetoidy.

Kolejnym prelegentem była mgr Anna Marciniak (Obserwatorium Astronomiczne UAM, Poznań), której referat pt. „Ostatnie odkrycia w rodzinach planetoid” poruszał problem ewolucji orbit planetoid ze szczególnym zwróceniem uwagi na tzw. „efekt Yarkowskiego”. Prelegentka omówiła złożony problem wyznaczania położenia osi obrotu planetoidy w przestrzeni. Dobrze zdane są pod tym względem planetoidy z rodziny Koronis (do której należy np. znana z misji sondy Galileo planetoida Ida). Okazało się, że ich osie obrotu są skierowane w kierunku południowego bądź północnego bieguna eklipytyki, przy jednoczesnym wyraźnym unikaniu jej płaszczyzny. Jest to związane z działaniem wspomnianego efektu Yarkowskiego na ruch obrotowy tych ciał, które następnie „wpadają” w rezonans wiekowy z Saturnem.

Po przerwie obiadowej jako pierwsza wystąpiła mgr Magdalena Żmudzka (Akademia Górnictwa-Hutnicza, Kraków), która wygłosiła referat pt. „Rola wody i lodu wodnego w pozaziemskich procesach przemian minerałów materii kosmicznej”. Prelegentka przedstawiła wyniki badań meteorytów kamennych (chondrytów) wskazujące na ich przebywanie w przeszłości w środowisku wodnym. Wskazuje na to m.in. tzw. „wybielenie” chondr w materii tych chondrytów, czyli zmiana ich właściwości powierzchniowych wywołana działaniem wody lub pary wodnej. Do badań wykorzystano świe-

żo spadłe meteoryty w celu uniknięcia wpływu środowiska ziemskiego na ich materię. Co ciekawe, spośród wielu typów meteorytów ślady alteracji wodnej zdają się wykazywać jedynie chondryty typu L (czyli o niskiej zawartości żelaza).

Po referacie rozwinęła się ożywiona dyskusja nad interpretacją opisanych wyników, w szczególności zastanawiano się nad modelem ciała macierzystego tych meteorytów, niewątpliwie łączącego w sobie cechy komet i planetoid. Stwierdzono konieczność zwiększenia ilości badanych próbek w celu poprawienia statystyki.

Jako ostatni prelegent w tym dniu wystąpił mgr Marek Kubala (Politechnika Krakowska, Kraków) z referatem „Komety a orbity rezonansowe”. Na przykładzie komety okresowej 39P/Oterma opisał układ trzech ciał, gdzie ciało o małej masie (kometa) może wykorzystać punkty libracyjne i rezonanse w układzie Słońce-Jowisz do „wniknięcia” w wewnętrzne rejony Układu Słonecznego. Przypadek taki zaistniał w 1910 r. właśnie w przypadku omawianej komety, której orbita zresztą w podobny sposób ponownie oddaliła się już od Słońca.

Wieczorem wszyscy uczestnicy Konferencji udali się do Obserwatorium UJ „Fort Skawa”.

Zwiedzono sam fort, będący unikalnym zabytkiem XIX w. sztuki fortyfikacyjnej oraz wystawę meteorytów, zawierającą wiele rzadkich okazów, w tym polskie meteoryty Łowicz, Pułtusk, Morasko i Zakłodzie. Szybko wzrastające zachmurzenie nie pozwoliło na ob-



Dr Tomasz Ścieżor w czasie prelekcji (fot. T. Szufa)

serwację oddalającego się po opozycji Marsa. Dzięki uprzejmości Dyrekcji Obserwatorium dzień mogliśmy zakończyć wspólną dyskusją przy grillu, niesłysząc moknąc w rzęsistym deszczu.

W niedzielę, trzecim i zarazem ostatnim dniu konferencji pierwszy referat pt. „Co wiedza o kometach i planetoidach zawdzięcza misji Galileo?” wygłosił dr Krzysztof Ziołkowski (Centrum Badań Kosmicznych, Warszawa). Przedstawił historię misji, która niedawno zakończyła się zrzuceniem sondy w atmosferę Jowisza. Sonda Galileo po raz pierwszy przekazała na Ziemię z bliska obrazy planetoid (951) Gaspra i (243) Ida, co pozwoliło na weryfikację wcześniejszych wyobrażeń o wyglądzie tego typu ciał niebieskich. Jednocześnie tylko przy pomocy kamer zbliżającej się do Jowisza sondy Galileo mogliśmy zobaczyć bezpośrednio spadek fragmentów komety Shoemaker-Levy 9 na Jowisza w 1994 r. Zderzenia odbywały się po niewidocznej z Ziemi stronie planety, toteż stworzenie pełnego modelu zjawiska umożliwiły właśnie zdjęcia z sondy. Prelegent przedstawił model zderzenia komety z atmosferą planety i wynikające z niego wnioski dotyczące zarówno budowy komety, jak i atmosfery Jowisza. Niejako „przy okazji” przedstawiono także pozostałe osiągnięcia Galilego w świecie galileuszowych księżyców Jowisza, podkreślając znaczenie lodu w budowie ich powierzchni.

Ostatnim prelegentem był przewodniczący SOK, dr Tomasz Ścieżor (Politechnika Krakowska, Kraków), który wygłosił referat pt. „Zanieczyszczenie świetlne a problem obserwacji komet”. Opisał często zaniedbywany a istotny problem oświetlenia nieba przez sztuczne źródła światła. Okazuje się, że wpływa ono nie tylko na jakość obserwacji astronomicznych, lecz także na różne ekosystemy, a nawet na zdrowie ludzi. Opisano różne źródła światła pod kątem ich wpływu na środowisko. Przedstawiono także obecny stan problemu oraz perspektywy jego rozwiązania. Prelegent przedstawił opracowaną przez siebie metodę określania wielkości zanieczyszczenia światlnego wykorzystującą wykonywane przez miłośników astronomii obserwacje komet.

Obóz Szkoleniowo- -Obserwacyjny PTMA

Zarząd Główny i Oddział Krakowski Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii zapraszają na czwarty Obóz Szkoleniowo-Obserwacyjny PTMA „OSOP 2004”.

Obóz odbędzie się w dniach 12-23 lipca 2004 na Hali Krupowej (wschodnia część Beskidu Żywieckiego, pasmo Policy, koło Zawoi).

Celem obozu jest nauczenie wszystkich chętnych podstaw obserwacji nieba.

W planie obozu znajduje się szkolenie w zakresie:

- orientowania się na niebie • podstaw określenia czasu i współrzędnych w astronomii • podstaw optyki astronomicznej • obserwacji Słońca
- obserwacji Księżyca, planet, planetoid oraz komet • obserwacji gwiazd zmiennych • obserwacji meteorów • obserwacji obiektów mgławicowych • obserwacji zjawisk zakryciowych.

Przewidziane są zarówno dzienne zajęcia teoretyczne, jak też obserwacje nocne. Instruktorami będą doświadczeni obserwatorzy, członkowie PTMA. Ponadto planuje się przeprowadzenie wycieczek turystycznych po okolicznych górach.

Przewidywany koszt obozu to około 270 zł. Kwota ta obejmuje:

- nocleg w schronisku
- transport z Krakowa (cena transportu zależy od ilości uczestników)
- ubezpieczenie

Wyżywienie każdy uczestnik Obozu zapewnia we własnym zakresie. Można skorzystać ze stołówki schroniska, co jednak podnosi koszty.

Organizatorzy Obozu zapewniają zaopatrzenie w wystarczającą ilość teleskopów, jednakże mile widziane jest posiadanie własnego sprzętu obserwacyjnego.

Warunkiem uczestnictwa w obozie jest:

- Członkostwo PTMA. Osoby nie należące do PTMA muszą się wcześniej zapisać.
- Ukończone 18 lat. Osoby w wieku 16-18 lat muszą przedstawić pisemną zgodę rodziców. Osoby w wieku poniżej 16 lat mogą brać udział w Obozie wyłącznie wraz z pełnoletnim opiekunem.

Ilość miejsc ograniczona! Listę uczestników zatwierdzi Zarząd Oddziału Krakowskiego PTMA, a osoby zakwalifikowane zostaną powiadomione. Ostatecznym terminem przyjmowania zgłoszeń jest 31 maja 2004. Osoby zakwalifikowane muszą wpłacić podaną kwotę w terminie do tygodnia od chwili otrzymania potwierdzenia.

Zgłoszenia oraz wszelkie pytania prosimy kierować bezpośrednio do kierownika Obozu, dra Sławomira Stachniewicza, najlepiej przez e-mail (Slawomir.Stachniewicz@ifj.edu.pl) lub telefonicznie: tel. domowy (012) 636-69-54, do pracy (012) 662-82-92.

Metoda ta daje wyniki w pełni zgodne z danymi satelitarnymi, jednocześnie dając możliwość wykorzystania archiwalnych obserwacji komet w celu określania zmian zanieczyszczenia światlnego w przeszłości.

W dyskusji zwrócono uwagę na potrzebę edukacji społeczeństwa w dzie-

dzinie ochrony przed „zanieczyszczeniem światlnym”, a zwłaszcza na istotną rolę, jaką mogą tu odegrać miłośnicy astronomii i astronomowie zawodowi.

Konferencja zakończyła się o godz. 14. Była to kolejna udana i owocna konferencja SOK!

Tomasz Ścieżor

Marzec

Słońce

W punkcie równonocy wiosennej znajdzie się w tym roku 20 marca o 6^h50^m. Punkt ten nosi historyczną nazwę „punktu Barana” (zaczyna się od niego zodiakalny znak Barana) i spełnia bardzo ważną rolę w astronomii: od niego mierzy się na niebie współrzędne kątowe: rektascensję i długość ekleptyczną. Chwilę, w której Słońce znajduje się w punkcie Barana, uważamy za początek wiosny astronomicznej.

Dane dla obserwatorów Słońca (na 0^h UT)

Data 2004	P [°]	B ₀ [°]	L ₀ [°]
III 1	-21,62	-7,22	94,52
3	-22,10	-7,24	68,17
5	-22,57	-7,25	41,83
7	-23,00	-7,25	15,47
9	-23,41	-7,24	349,12
11	-23,80	-7,22	322,77
13	-24,15	-7,20	296,41
15	-24,48	-7,16	270,05
17	-24,79	-7,12	243,69
19	-25,06	-7,07	217,32
21	-25,31	-7,01	190,96
23	-25,53	-6,94	164,59
25	-25,73	-6,86	138,22
27	-25,89	-6,77	111,84
29	-26,03	-6,68	85,46
III 31	-26,14	-6,58	59,08

P – kąt odchylenia osi obrotu Słońca mierzony od północnego wierzchołka tarczy;

B₀, L₀ – heliograficzna szerokość i długość środka tarczy;

8^d04^h11^m – heliograficzna długość środka tarczy wynosi 0°.

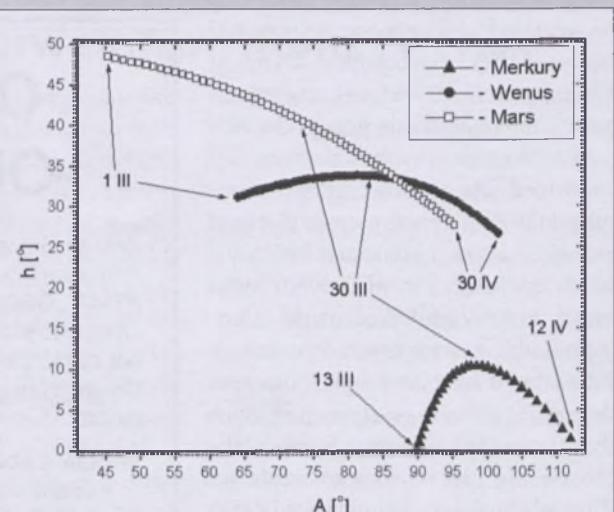
W ciągu marca dnia przybywa równo o dwie godziny: w Warszawie 1 marca Słońce wschodzi o 5^h22^m, zachodzi o 16^h16^m, a 31 marca wschodzi o 4^h12^m, zachodzi o 17^h09^m. W marcu Słońce wstępnie w znaku Barana.

Księżyc

Bezksiążycowe noce będącymi mieli w drugiej połowie marca, bowiem kolejność faz Księżyca jest w tym miesiącu następująca: pełnia 6^d23^h14^m, ostatnia kwadra 13^d21^h01^m, nów 20^d22^h41^m i pierwsza kwadra 28^d23^h48^m. W perigeum Księżyca znajdzie się w dniu 12 marca o 3^h58^m, a w apogeum 27 marca o 7^h01^m.

Planety i planetoidy

W drugiej połowie miesiąca wieczorem nisko nad zachodnim horyzontem można próbować zaobserwować Merkurego świecącego z jasnością -1^m. W dniu 30 marca pod koniec zmierzchu cywilnego (około godzinę po zachodzie Słońca) znajdziemy go na wysokości nieco ponad 10° nad horyzontem. Przez teleskop będzie można zobaczyć tarczę planety o średnicy prawie 8'' w fazie 0,40 („po kwadrze”).



Rys. 1. Merkury, Wenus i Mars nad zachodnim horyzontem (w Warszawie) w marcu i kwietniu 2004 pod koniec zmierzchu cywilnego (około godzinę po zachodzie Słońca)

Przez cały miesiąc wieczorem praktycznie na stałej wysokości 33° nad południowo-zachodnim horyzontem możemy obserwować Wenus jako „Gwiazdę Wieczorną” o jasności -4,3^m. Przez teleskopy możemy obserwować tarczę planety o średnicy ok. 20'' w fazie systematycznie malejącej do kwadry.

Także wieczorem, ok. 10° powyżej Wenus można zobaczyć Marsa świecącego z jasnością +1,3^m na tle gwiazd gwiezdzbioru Byka. Średnica tarczy planety wynosi zaledwie 5'', co praktycznie uniemożliwia obserwacje jakichkolwiek szczegółów na jej powierzchni (może za wyjątkiem czap biegunkowych) przez teleskopy amatorskie. W ciągu miesiąca warunki obserwacji Marsa praktycznie nie ulegają zmianie.

Przez całą noc w gwiezdzbiorze Lwa widoczny jest Jowisz jako obiekt o jasności -2,5^m. W dniu 16 marca będzie można zaobserwować ostatnie w tym cyklu wzajemne zaćmienie w układzie księżyców galileuszowych (Io przez cień Europa). Ta unikalna konfiguracja płaszczyzny ich orbit względem Ziemi powtórzy się ponownie dopiero za 6 lat.

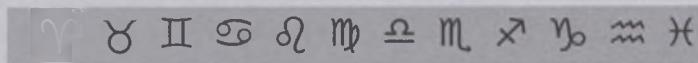
Wieczorem w gwiezdzbiorze Bliźniąt odnajdziemy Saturna jako „gwiazdę” o jasności -0,1^m. Największy w 2004 r. kąt nachylenia pierścieni planety do Ziemi przy nadal dużej ich średnicy po grudniowej „Wielkiej Opozycji” ułatwi dostrzeżenie „Przerwy Cassiniego” między pierścieniem A i B nawet w teleskopach o średnicy obiektywu 10 cm.

Uran i Neptun przebywają na niebie w pobliżu Słońca i są niewidoczne.

Pluton widoczny jest nad ranem w gwiezdzbiorze Wężownika, jednakże jego jasność wynosi jedynie 13,9^m i do jego zaobserwowania niezbędny jest teleskop o średnicy zwierciadła przynajmniej 15 cm.

W marcu w pobliżu opozycji znajduje się jasna planetoida:

(1) Ceres, (jasność 7,8^m). 1 III: 6^h54,3^m, +32°10'; 11 III: 6^h57,3^m, +32°00'; 21 III: 7^h03,1^m, +31°45'; 31 III: 7^h11,5^m, +31°23'.



Meteory

W dniach od 25 stycznia do 15 kwietnia promieniaje rozmyty ekliptyczny kompleks strumienia **Wirginid (VIR)**, przejawiający się poprzez kilka słabo wyróżniających się maksimów aktywności. Prawdopodobnie kompleks ten (a przynajmniej jego część) związany jest z kometą Gambarta obserwowaną w 1834 r. W skład strumienia wchodzą powolne, jasne żółto-pomarańczowe meteory i bolidy. Głównym składnikiem strumienia Wirginid są **alfa Wirginidy**, których słabo wyróżnione maksimum aktywności przypada na 24 marca. Rozmyty radiant meteorów ma duży ruch własny, a w okresie maksimum leży w gwiazdozbiorze Panny i jego środek ma współrzędne $\delta = 13^{\circ}00'$, $\delta = -4^{\circ}$. Warunki obserwacji tego słabego roju w tym roku są bardzo dobre, gdyż w porannych obserwacjach nie będzie przeszkadzał Księżyc tuż po nowiu.

1^d09^h Złączenie Saturna z Księżykiem w odl. 4°.

3^d23^h35^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa δ Lib osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 4,9^m do 6,0^m [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 6/2003].

4^d01^h Merkury w koniunkcji górnej ze Słońcem.

4^d05^h Jowisz w opozycji ze Słońcem.

4^d21^h Maksymalna libracja Księżyca (8,4°) w kierunku krateru Schickard (zaciemiony).

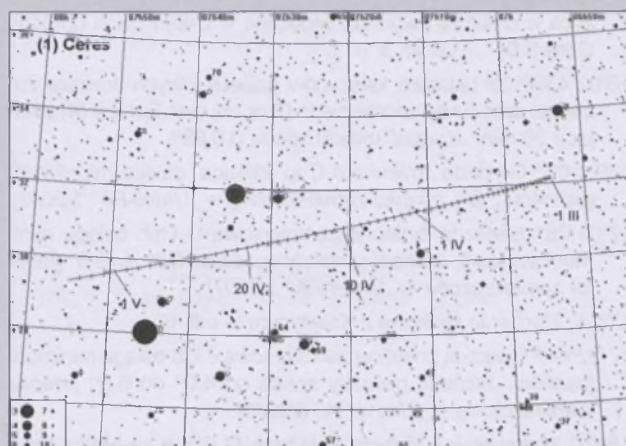
5^d Księżyca Saturna Tytan w maksymalnej elongacji zachodniej.

6^d02^h31^m Gwiazda zmienna δ Cep (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,5^m) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 1/2003].

6^d16^h Złączenie Jowisza z Księżykiem w odl. 2°.

7^d13^h Saturn nieruchomy w rektascensji.

7^d19^h49^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa HU Tau osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 5,9^m do 6,7^m [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 5/2002].



Rys. 2. Trasa planetoidy (1) Ceres na tle gwiazd gwiazdozbioru Bliźniąt w marcu i kwietniu 2004 (zaznaczone gwiazdy do 10^m)

7^d23^h14^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa WW Aur osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 5,8^m do 6,6^m [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 5/2002].

9^d00^h46^m Gwiazda zmienna ξ Gem (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,6^m) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 3/2003].

9^d21^h10^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa HU Tau osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 5,9^m do 6,7^m [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 5/2002].

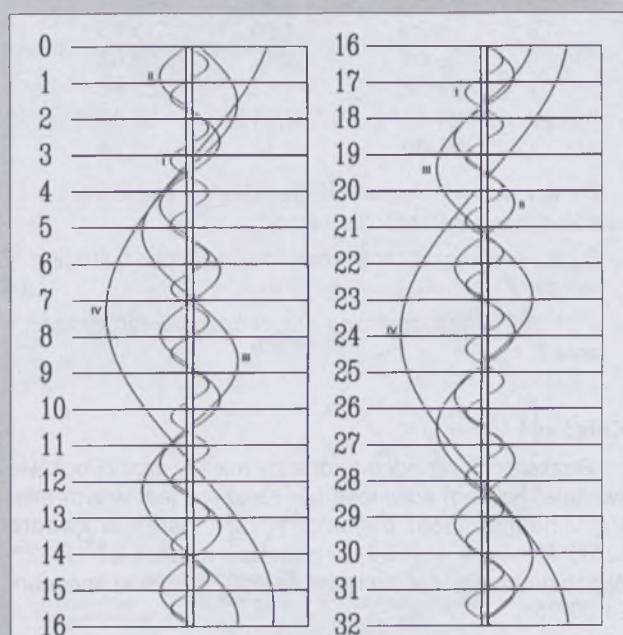
11^d12^h Minimalna libracja Księżyca (1,7°) w kierunku Sinus Iridium (oświetlona).

12^d Gwiazda zmienna długookresowa RS Lib (miryda) (15^h24,3^m, -22°55') osiąga maksimum jasności (7,5^m).

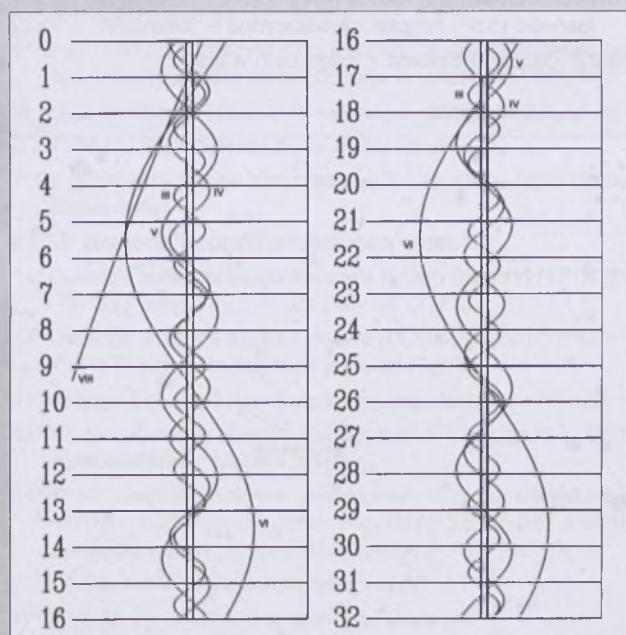
12^d00^h42^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa U Oph osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 5,9^m do 6,6^m [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 3/2002].

13^d Księżyca Saturna Tytan w maksymalnej elongacji wschodniej.

14^d03^h Odkrycie gwiazdy X Sgr (4,5^m) przy ciemnym brzegu Księ-

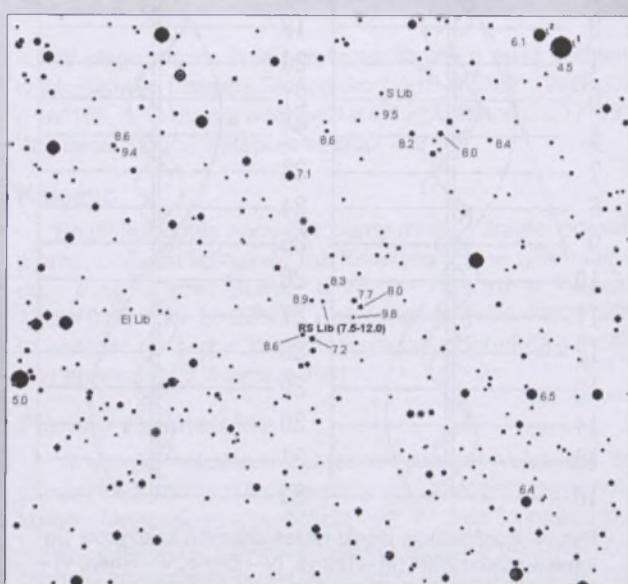


Rys. 3. Konfiguracja galileuszowych księżyców Jowisza w marcu 2004 (I – Io, II – Europa, III – Ganimedes, IV – Callisto). Przerwa w trasie księżyca oznacza przebywanie satelity w cieniu planety. Zachód na prawo od środkowego pasa (tarczy planety), wschód na lewo



Rys. 4. Konfiguracja pięciu najjaśniejszych księżyców Saturna w marcu 2004 (III – Tethys, IV – Dione, V – Rhea, VI – Titan, VII – Iapetus). Zachód na lewo od środkowego pasa (tarczy planety), wschód na prawo

- życia w ostatniej kwadrze, widoczne w całej Polsce (Zielona Góra 3^h04^m – Lublin 3^h11^m).
- 16^d02^h43,4^m W układzie księżyków galileuszowych Jowisza zachodzi częściowe zaćmienie Io (I) przez cień Europej (II) trwające 36 min. Jasność układu spada o 0,08^m.
- 16^d20^h06^m Gwiazda zmienna δ Cep (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,5^m) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 1/2003].
- 17^d01^h28^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa U Oph osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 5,9^m do 6,6^m [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 3/2002].
- 17^d14^h Złączenie Neptuna z Księżykiem w odległości 6°.
- 17^d22^h44^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa δ Lib osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 4,9^m do 6,0^m [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 6/2003].
- 18^d07^h Maksymalna libracja Księżyca (7,8°) w kierunku Mare Humboldtianum (zaciemnione).
- 18^d22^h Złączenie Urana z Księżykiem w odległości 5°.
- 20^d06^h50^m Słońce wstępuje w znak Barana, jego długość ekliptyczna wynosi wtedy 0°; mamy początek wiosny astronomicznej i zrównanie dnia z nocą.
- 21^d Księżyce Saturna Tytan w maksymalnej elongacji zachodniej.
- 22^d10^h Złączenie Merkurego z Księżykiem w odległości 4°.
- 24^d21^h Pluton nieruchomy w rektascensji.
- 24^d22^h18^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa δ Lib osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 4,9^m do 6,0^m [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 6/2003].
- 24^d23^h Złączenie Wenus z Księżykiem w odległości 3°.
- 25^d06^h Minimalna libracja Księżyca (2,2°) w kierunku Mare Australie (oświetlone).
- 26^d Gwiazda zmienna długookresowa R Cas (miryda) (23^h58,4^m, +51°24') osiąga maksimum jasności (7,0^m) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 6/2002].
- 26^d01^h Złączenie Marsa z Księżykiem w odległości 0°03'.
- 28^d18^h31^m Gwiazda zmienna η Aql (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,5^m) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 4/2003].
- 28^d22^h Złączenie Saturna z Księżykiem w odległości 4°.



Rys. 5. Mapa gwiazdozbioru Wagi do obserwacji gwiazdy zmiennej RS Lib (15^h24^m19,8^s, -22°54'40"). Podane jasności gwiazd porównania (pole widzenia wynosi 7°, północ u góry)

- 29^d Księżyce Saturna Tytan w maksymalnej elongacji wschodniej.
- 29^d12^h Merkury w maksymalnej elongacji wschodniej od Słońca w odległości 19°.
- 29^d15^h Wenus w maksymalnej elongacji wschodniej od Słońca w odległości 46°.
- 31^d21^h52^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa δ Lib osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 4,9^m do 6,0^m [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 6/2003].

Kwiecień

Słońce

Wznosi się po ekliptyce coraz wyżej ponad równik niebieski, w związku z czym dzień jest coraz dłuższy. W ciągu miesiąca dnia przybywa prawie o dwie godziny: w Warszawie 1 kwietnia Słońce wschodzi o 4^h10^m, zachodzi o 17^h10^m, a 30 kwietnia wschodzi o 3^h07^m, zachodzi o 18^h00^m. W kwietniu Słońce wstępuje w znak Byka.

Dane dla obserwatorów Słońca (na 0^h czasu UT)

Data 2004	P [°]	B ₀ [°]	L ₀ [°]
IV 1	-26,18	-6,52	45,89
	3	-26,24	19,50
	5	-26,28	353,11
	7	-26,29	326,71
	9	-26,27	300,32
	11	-26,22	273,92
	13	-26,14	247,51
	15	-26,03	221,11
	17	-25,89	194,70
	19	-25,72	168,29
	21	-25,52	141,87
	23	-25,29	115,45
	25	-25,04	89,03
	27	-24,75	62,60
IV 29	-24,43	-4,34	36,18
V 1	-24,09	-4,14	9,74

P – kąt odchylenia osi obrotu Słońca mierzony od północnego wierzchołka tarczy;

B₀, L₀ – heliograficzna szerokość i długość środka tarczy;

4^d11^h28^m – heliograficzna długość środka tarczy wynosi 0°.

Księżyce

Bezksiążycowe noce będziemy mieli w drugiej połowie kwietnia, bowiem kolejność faz Księżyca jest w tym miesiącu następująca: pełnia 5^d11^h03^m, ostatnia kwadra 12^d03^h46^m, nów 19^d13^h21^m i pierwsza kwadra 27^d17^h32^m. W perigeum Księżyca znajdzie się 8^d02^h23^m, a w apogeum 24^d00^h25^m.

Planety i planetoidy

Na początku kwietnia wieczorem nisko nad zachodnim horyzontem nadal można próbować zaobserwować Merkurego świecącego z jasnością +0,4^m. W dniu 1 kwietnia pod koniec zmierzchu cywilnego (około godzinę po zacho-

dzie Słońca) znajdziemy go na wysokości nieco ponad 10° nad horyzontem. Przez teleskop będzie można zobaczyć tarczę planety o średnicy $8''$ w fazie $0,32$ („po kwadrze”).

Warunki widzialności Wenus w porównaniu do marca praktycznie nie ulegają zmianie. W związku ze zbliżaniem się do Ziemi rośnie jednak zarówno jej jasność, jak i średnica tarczy, które pod koniec miesiąca osiągają odpowiednio $-4,5^m$ i $38''$, przy malejącej (do $0,30$) fazie.

Także warunki widzialności Marsa w porównaniu z marcem praktycznie nie ulegają zmianie, nadal maleje jednak zarówno jego jasność, jak i średnica tarczy.

W pierwszej połowie nocy wysoko na niebie w gwiazdozbiorze Lwa zobaczymy Jowisza. W związku z oddaleniem się od opozycji systematycznie maleje nadal średnica tarczy jak i jasność planety, co nie przeszkadza jednak w obserwacjach zjawisk w układzie księżyców galileuszowych oraz w atmosferze planety.

Wieczorem coraz niżej nad zachodnim horyzontem można obserwować Saturna w gwiazdozbiorze Bliźniąt. Także i on oddala się od opozycji i pod koniec miesiąca jego jasność wyniesie już tylko $+0,1^m$ przy średnicy tarczy $17''$. Uran i Neptun nadal pozostają na niebie w pobliżu Słońca i są niewidoczne.

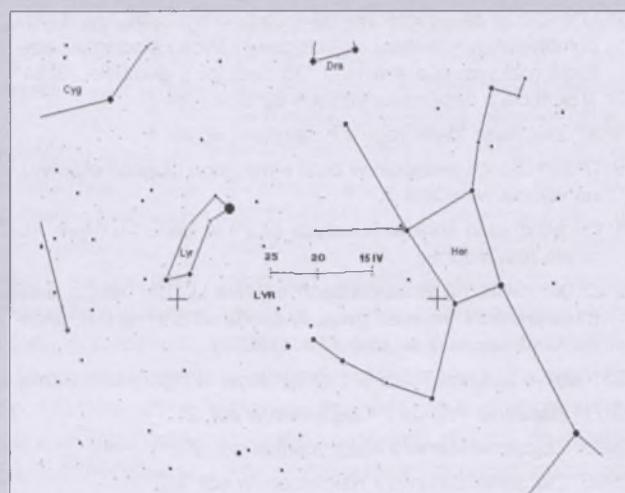
Pluton nadal widoczny jest nad ranem jako obiekt o jasności $13,8^m$.

W kwietniu w pobliżu opozycji znajduje się jasna planetoida:

(1) Ceres, (jasność $8,4^m$). 10 IV: $7^h22,0^m$, $+30^{\circ}56'$; 20 IV: $7^h34,2^m$, $+30^{\circ}22'$.

Meteory

W dniach od 16 do 25 kwietnia promieniąją **Lirydy (LYR)**, związane z kometą Thatchera obserwowaną w 1861 r. W skład roju wchodzą białe, stosunkowo powolne meteory. W latach 1803 i 1922 obserwowane były deszcze meteorów z tego roju. Maksimum aktywności w tym roku spodziewane jest 22 kwietnia o godzinie 4:10. Radiant meteorów leży w gwiazdozbiorze Lutni i ma współrzędne $\alpha = 18^{\circ}04'$, $\delta = +34^{\circ}$. Warunki obserwacji w tym



Rys. 7. Położenie i ruch własny radiantu meteorowego Lirydów (LYR) w okresie od 15 do 25 kwietnia

rok są bardzo dobre, gdyż w porannych obserwacjach nie będzie przeszkadzał Księżyc tuż po nowiu.

1^d10^h Maksymalna libracja Księżyca ($9,0^{\circ}$) w kierunku krateru Schickard (zaciemiony).

1^d22^h28^m Gwiazda zmienna δ Cep (cefeida) osiąga maksimum jasności ($3,5^m$) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 1/2003].

2^d Gwiazda zmienna długookresowa V CrB (miryda) ($15^h49,5^m$, $+39^{\circ}34'$) osiąga maksimum jasności ($7,5^m$)

2^d23^h Złączenie Jowisza z Księżykiem w odległości 2° .

30^d Księżyca Saturna Tytan w maksymalnej elongacji wschodniej.

30^d04^h Złączenie Jowisza z Księżykiem w odległości 2° .

3^d Gwiazda zmienna długookresowa R Cyg (miryda) ($19^h36,8^m$, $+50^{\circ}12'$) osiąga maksimum jasności ($7,5^m$).

4^d22^h46^m Gwiazda zmienna η Aql (cefeida) osiąga maksimum jasności ($3,5^m$) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 4/2003].

6^d Księżyca Saturna Tytan w maksymalnej elongacji zachodniej.

6^d20^h55^m Merkury nieruchomy w rektascensji.

7^d19^h Minimalna libracja Księżyca ($1,6^{\circ}$) w kierunku Mare Iridium (oświetlone).

13^d18^h Złączenie Neptuna z Księżykiem w odległości 6° .

14^d Gwiazda zmienna długookresowa R Oph (miryda) ($17^h07,8^m$, $-16^{\circ}06'$) osiąga maksimum jasności ($7,6^m$).

14^d Gwiazda zmienna długookresowa R UMa (miryda) ($10^h44,6^m$, $+68^{\circ}47'$) osiąga maksimum jasności ($7,5^m$).

14^d Księżyca Saturna Tytan w maksymalnej elongacji wschodniej.

14^d07^h Maksymalna libracja Księżyca ($8,5^{\circ}$) w kierunku Mare Humboldtianum (zaciemione).

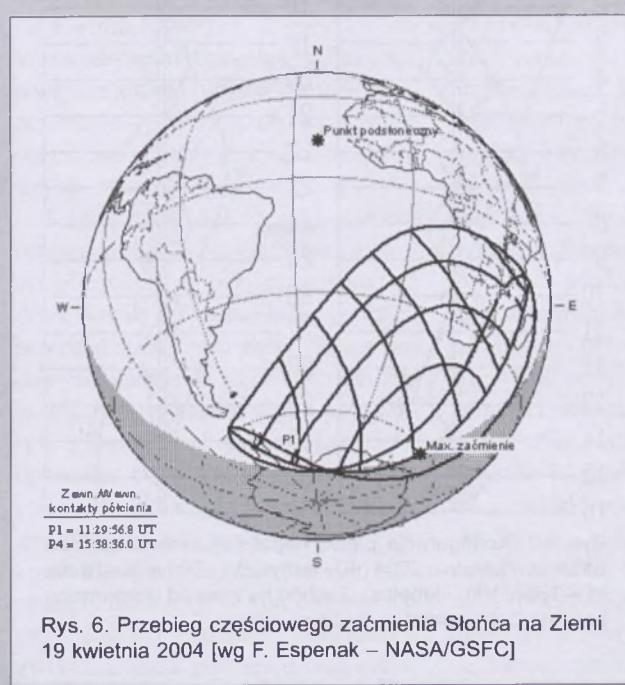
14^d20^h14^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa WW Aur osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od $5,8^m$ do $6,6^m$ [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 5/2002].

15^d10^h Złączenie Urana z Księżykiem w odległości 5° .

17^d01^h Merkury w koniunkcji dolnej ze Słońcem.

17^d22^h20^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa U Oph osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od $5,9^m$ do $6,6^m$ [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 3/2002].

18^d00^h51^m Gwiazda zmienna δ Cep (cefeida) osiąga maksimum jasności ($3,5^m$) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 1/2003].



Rys. 6. Przebieg częściowego zaćmienia Słońca na Ziemi 19 kwietnia 2004 [wg F. Espenak – NASA/GSFC]

19^d Częściowe zaćmienie Słońca widoczne w części Antarktydy, południowym Atlantyku, południowej Afryce i Madagaskarze. Faza maksymalna równa 0,735 nastąpi o godzinie 13^h34^m w punkcie o współrzędnych $\phi = 62^\circ\text{S}$, $\lambda = 44^\circ\text{E}$.

19^d06^h Złączenie Merkurego z Księżykiem w odl. 4°.

19^d17^h52^m Słońce wstępuje w znak Byka, jego długość ekiptyczna wynosi wówczas 30°.

21^d13^h Minimalna libracja Księżyca (2,3°) w kierunku Mare Australe (oświetlone).

22^d23^h06^m Gwiazda zmienia zaćmieniowa U Oph osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 5,9^m do 6,6^m [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 3/2002].

23^d Księżyca Saturna Tytan w maksymalnej elongacji zachodniej.

23^d11^h Złączenie Wenus z Księżykiem w odł. 2°.

23^d22^h Złączenie Marsa z Księżykiem w odł. 2°.

25^d05^h Złączenie Saturna z Księżykiem w odł. 4°.

26^d09^h Złączenie Wenus z Marsem w odł. 6°.

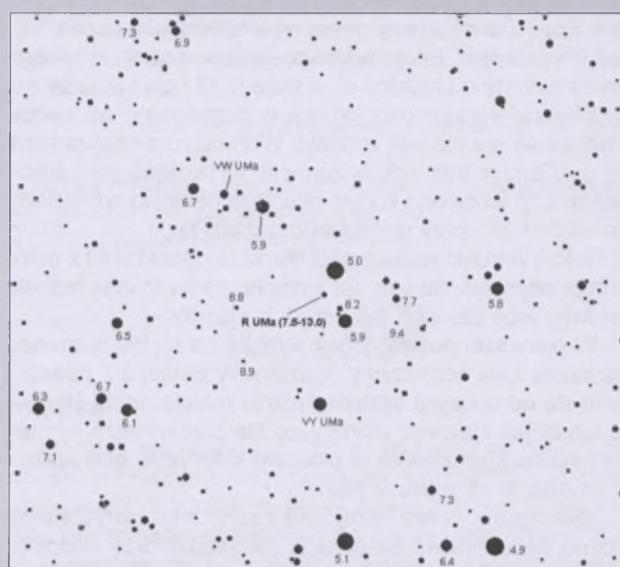
27^d23^h52^m Gwiazda zmienia zaćmieniowa U Oph osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 5,9^m do 6,6^m [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 3/2002].

29^d06^h Maksymalna libracja Księżyca (9,6°) w kierunku krateru Schickard (zaciemiony).

UWAGA: Momenty wszystkich zjawisk podane są w czasie uniwersalnym UT (Greenwich).

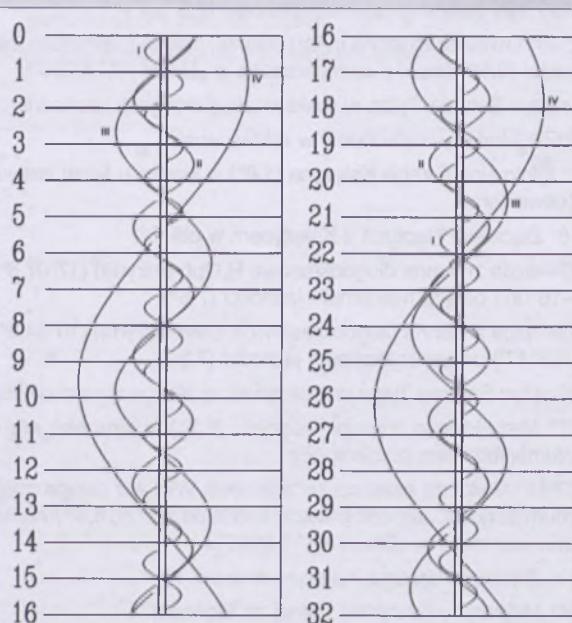
Aby otrzymać datę w obowiązującym w marcu w Polsce „czasie zimowym”, należy dodać 1 godz., aby otrzymać datę w obowiązującym w kwietniu w Polsce „czasie letnim” należy dodać 2 godz. Momenty złączeń planet z Księżykiem podane są dla współrzędnych Warszawy. Dla każdego złączenia podano momenty największego zbliżenia obiektów na niebie. Podane są **wszystkie** złączenia, nie tylko widoczne w Polsce.

Opr. T. Ściążor

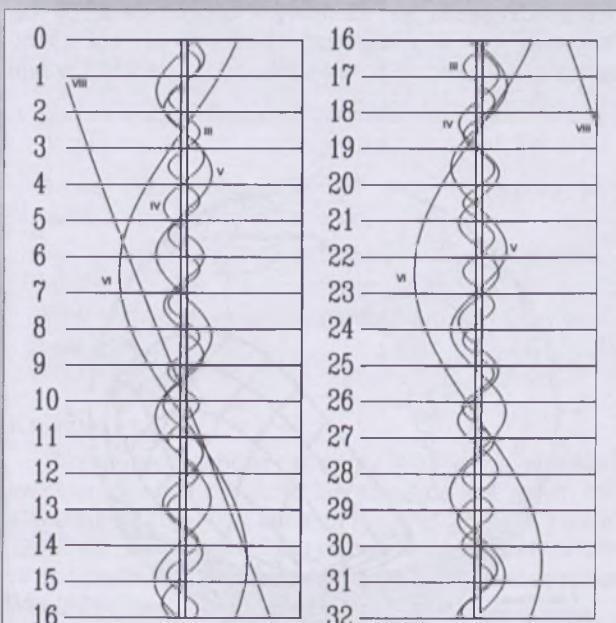


Rys. 8. Mapa gwiazdozbioru Wielkiej Niedźwiedzicy do obserwacji gwiazdy zmiennej R UMa ($10^h44^m38,5^s$, $+68^\circ46'33''$). Podane jasności gwiazd porównania (pole widzenia wynosi 7°, północ u góry)

Kalendarz Astronomiczny na rok 2004, opracowany przez Tomasza Ściążora a wydany przez Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii, można kupić/zamówić w siedzibie Zarządu Głównego PTMA, ul. św. Tomasza 30/7, 31-027 Kraków, tel. 0-12-4223892. Cena 19,00 zł wraz z kosztami wysyłki.



Rys. 9. Konfiguracja galileuszowych księżyców Jowisza w kwietniu 2004 (I – Io, II – Europa, III – Ganimedes, IV – Callisto). Przerwa w trasie księżyca oznacza przebywanie satelity w cieniu planety. Zachód na prawo od środkowego pasa (tarczy planety), wschód na lewo



Rys. 10. Konfiguracja pięciu najjaśniejszych księżyców Saturna w kwietniu 2004 (III – Tethys, IV – Dione, V – Rhea, VI – Tytan, VIII – Iapetus). Zachód na lewo od środkowego pasa (tarczy planety), wschód na prawo



Aleksandra Jędrzejczak, Renata Ponaratt oraz Iwona Wytrzyszczak: *NASZA ZIEMIA — Ziemia we Wszechświecie*, Wyd. Kurpisz, 240 s., Poznań.

Znowu niemal niezauważalnie dla miłośników astronomii pojawiło się piękne, barwne wydanie albumowe książki opracowane na podstawie tomu *Planeta Ziemia* prof. Edwina Wnuka, otwierającego *Wielką encyklopEDIĘ geografii świata*. Stało się tak być może dlatego, iż niejako wbrew tytule treści astronomiczne stanowią aż 5/6 objętości tej pozycji, a tylko reszta została poświęcona Ziemi, czego na pierwszy rzut oka zauważać nie sposób.

Książka jest podzielona na trzy części. Interesujące i nietypowe okazały się ciekawostki oraz zwarte informacje zamieszczone na marginesach, niektóre pod wspólnym tytułem *Czy wiesz, że...* Całość stanowi aktualny przegląd wiedzy astronomiczno-kosmologicznej w zstępującym porządku (hierarchii): od Wszechświata jako układu jednostkowego, przez gromady gromad galaktyk, galaktyki, układy gwiazdne, Układ Słoneczny, do Ziemi jako planety. Ten sposób opisu Kosmosu stał się w ostatnich latach dość powszechny, podczas gdy we wcześniejszych pozycjach popularnonaukowych — a także w podręcznikach — startowało z reguły od układu planetarnego (czy nawet od układu Ziemia-Księżyc), a finiszowało Wszechświatem jako całością. Pierwsze podejście jest ewolucyjne, chronologiczne; drugie — historyczne, wywodzące się z czasów, kiedy Ziemię uważano za środek świata.

Każda część tej książki-albumu otwiera krótkie *Wprowadzenie*. W części pierwszej autorki przedstawiają Wszechświat i jego ewolucję, po czym przechodzą do opisu galaktyk, ich budowy i dynamiki. W rzecznym rozdziale są kolejno prezentowane: typy galaktyk, galaktyki aktywne i kwazary, dynamika galaktyk, odległości od nich i wiek Wszechświata, wreszcie układy galaktyk. Drugi rozdział tej części traktuje o Drodze Mlecznej. Autorki opracowania rozważają w nim budowę naszej Galaktyki, populacje i podsystemy gwiazd, a także położenie oraz ruchy

Słońca w Galaktyce. Ciemną materię przedstawia bardzo krótki rozdział, co nie dziwi, ponieważ prawie wcale jej nie widać!

Natomiast ostatni rozdział został poświęcony gwiazdom oraz materii międzygwiazdowej w Galaktyce. Opisuje się w nim jasności gwiazd, odległości do nich, obserwowane ruchy, widma, temperatury i skład chemiczny tych ciał niebieskich. Ponadto autorki opracowania przedstawiają także inne parametry geometryczne i fizyczne podstawowych typów gwiazd, takie jak rozmiary, masy i gęstości. Następnie dość tradycyjnie są omówione gwiazdy zmienne (wraz z zamieniowymi), podwójne, wielokrotne, jak również gromady: otwarte, kuliste i tzw. asocjacje. Wreszcie została przedstawiona materia międzygwiazdowa (gazowa i pyłowa) i, konsekwentnie, ewolucja gwiazd.

Część 2, najobszerniejsza, dotyczy naszego układu planetarnego. Jednak zaraz na wstępie, we *Wprowadzeniu*, autorki piszą, iż Układ Słoneczny zaczął powstawać 4,5 mld lat temu, wbrew temu, co podają wcześniej (4,6 mld lat), podczas gdy najbezpieczniejsze byłoby określenie: „około 5 mld lat”. Oprócz tego rozmiary naszego Układu wynoszą ok. 60 j.a. (w takiej odległości zaobserwowano m. in. heliopauzę), a nie 40 j.a.

Tę część otwiera rozdział *Słońce*, w którym przedstawiono dość szczegółowo najważniejsze charakterystyki naszej Gwiazdy Dziennej i jej aktywności, wraz z opisem związków Słońce-Ziemia. Dopiero następny rozdział poświęcono powstaniu, strukturze, ewolucji i dynamicie Układu Słonecznego, czyli głównie ruchom planet i ich księżyców. Natomiast trzeci rozdział traktuje o planetach oraz o obiegających je (oprócz Merkurego i Wenus) satelitach naturalnych. Szczególne miejsce poświęcono układowi Ziemia-Księżyc. Nie wiadomo tylko, dlaczego ciśnienie (atmosfer planetarnych) zostało wyrażone w (mili)barach, a nie w (hekt)o)pa skalach. W przypadku planet olbrzymów autorki piszą, że ich atmosfery składają się „głównie z metanu i amoniaku” (s. 120), co poprawiają dopiero dalej (poczynając od s. 148). Kolejny rozdział prezentuje tzw. małe ciała Układu Słonecznego: komety, planetoidy,

meteoroidy. W przypadku komet opisano nader szczegółowo ich orbity, budowę i pochodzenie, przechodząc następnie do podania konkretnych przykładów. Podobnie przedstawiono planetoidy, poczynając od historii ich odkrycia (01.01.1801), a także meteoroidy (w tym meteory, bolidy i meteoryty). W ostatnim, najkrótszym rozdziale tej części, przedstawiono pozasłoneczne układy planetarne. Jest to jednak tekst napisany najmniej spójnie, chociaż autorki starały się przedstać wszystkie znane metody odkrywania efektów mogących świadczyć o istnieniu planet wokół oddległych gwiazd, łącznie z efektem mikroszczekowania grawitacyjnego i opisem proplydów.

Trzecia część książki została *stricte* poświęcona Ziemi: jako planecie i jako miejscu przebywania ludzkości. Ponadto szczególną uwagę zwrócono na rachubę czasu, kalendarze, znaki Zodiaku, a także na specyficzną atmosferę Ziemi, zawierającą aż 21% wolnego tlenu O₂. Zamkają tę część relacje wyników badań Ziemi z Kosmosu, czyli teledetekcji satelitarnej.

Z obowiązku należy też wymienić pewne uchybienia i nieścisłości: s. 12 — nie „stopni Kelvina”, lecz „kelwinów” (ten błąd jest często spotykany); s. 39 — neutrino zapewne mają masę i w związku z tym nie mogą się poruszać z prędkością światła; w gwiazdach zachodzą procesy termonuklearne (s. 40); s. 42-44 — brak opisu metody tzw. paralaks fotometrycznych, skalę jasności sporządził był już Hipparch, jasność widoma Słońca jest niejednolicie podawana; s. 45 — temperatura gwiazd typu M. osiąga 2000 do 3000 K; s. 50 — znamy już ok. 50 000 gwiazd zmiennych, ich klasyfikacja jest uproszczona!; s. 54 — gwiazd podwójnych jest ponad 90%; s. 74-75 — zbyt mało informacji o SN, których znamy co najmniej dwa typy!; s. 90 — pisze się „spikule”, oprócz tego brak definicji plazmy fizycznej; s. 100 — szkoda, że dane o planetach nie zaczerpnięto z *Encyclopaedia of the Solar System* z 1999 r.; ekleptyka nie jest płaszczyzną orbity Ziemi, lecz rzutem tej orbity na sferę niebieską; s. 161 — tekst o satelitach Urana koliduje z tabelą „Księżyce Urana” na s. 102; s. 205 — dzieło Kopernika nazywa się



po prostu *De revolutionibus*; s. 210 — Ziemia nie była ciałem gazowym; s. 214 — znaki Zodiaku wprowadzono już w roku 2000 p.n.e.

Przedstawiana książka-album jest też swego rodzaju poradnikiem i dlatego w taki właśnie sposób została potraktowana w recenzji.

T. Zbigniew Dworak

Honorata Korpikiewicz: KOSMO-EKOLOGIA z elementami etyki holistycznej. Hipoteza Gai — Uranosa. Wyd. PRODRUK, 322 s., Poznań 2002.

Uzasadnienie dla napisania i pojawięnia się tej pozycji autorka zawarła w celnym zdaniu rozwijań wprowadzających: *Człowiekowi wydaje się, że jego związek ze Wszechświatem jest wyimaginowany, nieistniejący, a w najlepszym przypadku — mało istotny*. Gorzej, iż tak samo wydaje się też niektórym uczonym, zwłaszcza z dziedziny kształtowania i ochrony środowiska (!).

Treści astronomiczne najpierw zostały zawarte w krótkim rozdziale *Kosmiczne wpływy w ujęciu historycznym*, następnie, acz fragmentarycznie, w kolejnych częściach tej monografii. I tak część pierwsza, o wpływie Kosmo-

su na Ziemię i jej biosferę, rozpoczyna się od rozdziału poświęconego Słońcu jako naszej Gwieździe Dziennej. Dopiero potem autorka przedstawia związki promieniowania słonecznego i kosmicznego ze zjawiskami geomagnetycznymi, meteorologicznymi i klimatycznymi, zaś najogólniej ujmując — geofizycznymi, jak również biologicznymi. W tejże części został przedstawiony nasz naturalny satelita — Srebrny Glob — oraz zjawiska zaćmień Słońca i Księżyca, pływów, jak również materia meteorytowa i kometarna (wraz z opisem oddziaływania tych wszystkich obiektów i zjawisk na biosferę). Autorka zwróciła ponadto szczególną uwagę na globalne kataklizmy pochodzenia kosmicznego, w powiązaniu z ewolucją życia na Ziemi. Jednak omawiając materię meteorytową — zawartą w naszej atmosferze — dr hab. Honorata Korpikiewicz nie wspomniała o pracach aeromineralogicznych prof. Andrzeja Mańckiego z Wydziału Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska AGH w Krakowie.

Przechodząc do podstawowych problemów kosmoekologii, autorka wprowadza pojęcie chronobiologii na podstawie okresowości zjawisk solarnych i lunarnych. Kilka rozdziałów zo-

stało też poświęconych hipotezie Gai (jako żyjącej Ziemi) Lovelocka, na którą mam jednak ambiwalentny pogląd, ponieważ jest ona dość dwuznaczna.

Dalej są rozwijane zagadnienia istnienia życia we Wszechświecie, łącznie ze sławną problematyką *CETI*, przemianowaną przecież później na skromniejsze *SETI* — zamiast łączności (*Communication*), tylko poszukiwanie (*Search*). Ponadto Korpikiewicz rozwija również w swojej monografii niestandardowe modele kosmologiczne i, nader kontrowersyjną, ostateczną zasadę antropiczną („uprzywilejowanej rzeczywistości”), podobnie zresztą jak zjawiska *UFO*, o których autorka też wspomina.

Ostatnia część książki dotyczy już wyłącznie etyki: od antropocentrycznej do holistycznej (całościowej), która wiąże się z ekoetyką (albo etyką środowiska).

Podsumowując, wypada stwierdzić, iż przedstawiana monografia stanowi rozprawę z pogranicza filozofii, ekologii, astronomii i kosmologii — czyli należy do coraz powszechniejszych w nauce traktatów interdyscyplinarnych.

T. Zbigniew Dworak

Dokończenie ze s. 33.

obloki znikły zupełnie, a niebo na krótko zakryły cienkie chmury nasuwające się od zachodu. Przez następne 20 min. czerwona luna znacznie osłabła i wydawało się, że zjawisko wkrótce się zakończy. Jednak ok. godz. 22:10 zorza polarna gwałtownie przybrała na sile. Niebo nad północnym horyzontem zrobiło się niebieskie, a już po chwili zaswieciło jasnocrzernym łukiem wysoko rozciągającym się na nieboskłonie od zachodu aż po wschód. Nagle zaczęły pojawiać się srebrne pionowe smugi od horyzontu niemal po zenit. Świetliste słupy widoczne były przez kilka minut z niezwykłą intensywnością. Tło nieba nisko nad horyzontem przechodziło co chwilę od

barwy czerwonej poprzez niebieską do zielonej. Miałem wrażenie, że całe otoczenie: budynki, drzewa, trawa zmieniały się w tej chwili kolorami oświetlane niesamowitym blaskiem zorzy, a rzucane przez nie cienie są kolorowe.

Około godz. 23:00 zjawisko zanikło równie szybko, jak się pojawiło, jednak czerwone zabarwienie północnej części nieba utrzymywało się jeszcze przez ponad godzinę. Zafascynowany niezwykłą grą barw i rozmachem całego widowiska wykonałem kilkanaście zdjęć. Niestety, używając obiektywu o ogniskowej 50 mm mogłem jedynie uchwycić mały fragment całości.

Pozdrawiam

**Janusz Magda
Trzęsówka**



Członkowie Pracowni Komet i Meteorów przy PTMA wykonalni imponującą liczbę zdjęć zorzy polarnej obserwowanej 21 listopada podczas pobytu w Ostrowiku na akcji obserwacyjnej „Leonidy 2003”. Efekty można oglądać na stworzonej specjalnie witrynie internetowej pt. „Zorze nad

Polską” dostępnej pod adresem zorza.pkim.org. Znajdziemy tam również zdjęcia wcześniejszej zorzy z 29 października. Całość dopełniają krótkie informacje na temat natury zjawiska zorzy polarnej. Same zdjęcia zachwycają bogactwem barw. Trzeba tam zatrzymać koniecznie!

Feerie dźwięków i barw w Jodrell Bank

Jodrell Bank to nazwa dobrze znana każdemu miłośnikowi astronomii, interesującemu się choć trochę historią radioastronomii. Wszak jest to obserwatorium astronomiczne w Anglii ze słynnym 76-metrowym radioteleskopem (liczącym sobie prawie pół wieku — obecnie po kosztownym *listingu*), którym dokonano odkrycia pulsarów!

Jednak miłośnikom muzyki elektronicznej, od kilku lat, Jodrell Bank kojarzy się z serią cyklicznych koncertów aranżowanych w tamtejszym planetarium. Wiele z nich zostało zarejestrowanych i wydanych na płytach kompaktowych.

Prekursor tzw. „kosmicznego rocka” — zespół Tangerine Dream — niestety, nie gra już tak, jak dawniej. Dzisiejsza twórczość tego legendarnego zespołu w niczym nie przypomina dokonań z lat 70. (patrz *Urania-PA* 6/2002). Niedoskonałość aparatury do rejestracji i edycji dźwięku w owych czasach sprawiła, że słuchając ich nagrań z okresu świetności odczuwa się jednak pewien niedosyt. „Ach, żeby tak chłopaki zagrały to dziś na nowo...” Niestety, Edgar Froese wraz z synem i kompanią, jeśli grają coś z tamtych czasów, to raczej w konwencji... hm, dyskotekowych miksów.

Lecz, jak mawia stara łacińska maksyma: *natura horret vacuum* (przyroda pustki nie znosi)! W ostatnich dekadach

XX w. pojawiły się zespoły, które szczerle wypełniły niszę muzyki zwanej „szkołą berlińską”* (oprócz Tangerine Dream do jej prekursorów zalicza się takich tuzów elektronicznego roca jak Klaus Schulze czy zespół Ash Ra Tempel).

Dzisiejszych naśladowców i kontynuatorów berlińskich mogliśmy usłyszeć właśnie na koncertach w Jodrell



Bank. Ich organizatorem jest grupa brytyjskich i belgijskich fanatyków tego rodzaju muzyki, działająca pod nazwą Synth Music Direct (<http://www.synthmusicdirect.com>).

Koncerty w planetarium pod jednym z największych radioteleskopów uatrakcyjniane były pokazami slajdów, bardzo często z obrazami obiektów astronomicznych, videoprojekcjami i sterowanymi komputerowo światłami oraz laserami, a wszystko to tworzyło nieza-

pomniany klimat. Jeśli ktoś chce zobaczyć, jak to wyglądało, proponuję zajrzeć w Internecie np. na stronę: <http://republika.pl/polaris75/jb2001.html>.

Pierwszy z serii koncertów odbył się 18 maja 1996 r., a wystąpiły wówczas dwa zespoły: Radio Massacre International i Airsculpture. Do września 2002 r. miało tam miejsce jeszcze ponad dwadzieścia takich koncertów, podczas których prezentowali się następujący wykonawcy: Ian Boddy, Redshift, Asana, Synthetik, Paul Nagle, Stephan Whitlan, Under The Dome, Arcane, Kubusschnitt, Detlef Keller & Mario Schonwalder, Rainbow Serpent, Syndromeda, RAMP, Cosmic Hoffman, Free System Projekt, Pyramid Peak, Andy Pickford, David Wright & Robert Fox, T-Bass UK i Ashok Prema z Robem Jenkinsem. Później, z powodów technicznych koncerty przeniesiono do National Space Centre w Leicester.

Nie ukrywam, iż właśnie dzięki zarejestrowanym na płytach CD koncertom z Jodrell Bank mogłem odświeżyć miłą mi przestrzeń muzyczną, czego i Wam, Drodzy Czytelnicy, serdecznie życzę...

Jacek Drążkowski

* Grupa muzyków w Berlinie Zachodnim, będących pionierami elektronicznego rocka. Muzyka tej szkoły charakteryzuje się gęstą fakturą muzyczną, „kosmiczością” i tajemniczością. (za: Wikipedia — Wolna Encyklopedia, <http://pl.wikipedia.org>)

INFORMACJE O PRENUMERACIE URANII-PA

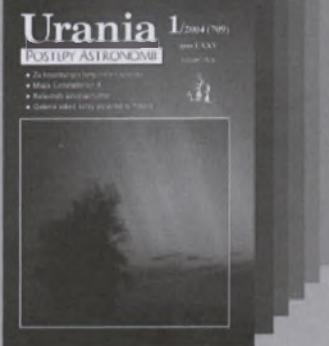
Prenumerata na rok 2004 (6 zeszytów) kosztuje 54 zł (zagraniczna 70 zł). Cena pojedynczego zeszytu 10 zł. Wpłaty prosimy kierować na konto:

Polskie Towarzystwo Astronomiczne
Bank Millennium S.A. o/Toruń
Nr 44 11602202000000055305241

Wszelkich informacji o prenumeracie i zakupie numerów archiwalnych „Postępów Astronomii” i „Uranii-PA” udziela:

Piotr Wąż
Centrum Astronomiczne UMK
ul. Gagarina 11, 87-100 Toruń

E-mail: urania@astri.uni.torun.pl
tel/fax (0-56) 611 30 56 / 611 30 08

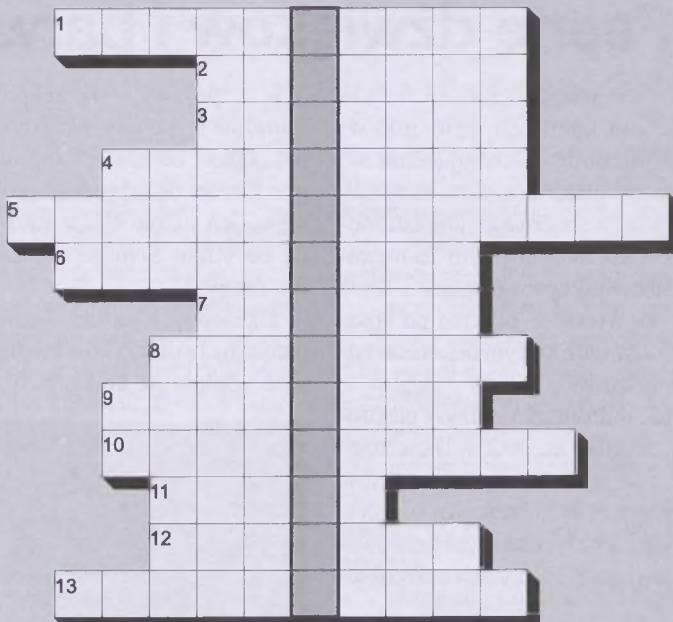


Rozwiązań krzyżówki z „Uranii-PA” nr 5/2003 jest hasło: „NEW GENERAL CATALOGUE”.

Nagrody w postaci płyt kompaktowych z muzyką kosmiczną tym razem wylosowali: Jakub Borówka z Mikołowa i Sebastian Krawel ze Strzelców Opolskich. Gratulujemy. Nagrody wyślemy pocztą.

Kto przeczytał uważnie bieżący zeszyt Uranii, nie powinien mieć problemów z odgadnięciem poniższych haseł:

1. Układ, w którym spełnione są trzy zasady Newtona
2. Nazwa chińskiego kosmodromu
3. ... Górnica, powstaje tam obserwatorium astronomiczne
4. Meteory z Panny
5. Misja mająca odpowiedzieć na fundamentalne pytania
6. Hiszpański teleskop na Wyspach Kanaryjskich
7. Najodleglejsza planeta
8. Twórca teorii względności
9. „Boski statek”
10. Prezes PTMA
11. Tegoroczny odbył się w Budapeszcie
12. Jeden z polskich astronomów pracujących za granicą
13. W kwietniu będzie tam można obserwować zaćmienie Słońca



Wśród autorów prawidłowych rozwiązań (wystarczy podać hasło końcowe) rozlosujemy nagrody książkowe. Na rozwiązania czekamy do końca lutego br. Osoby nie będące prenumeratorem „Uranii-PA” muszą dołączyć do rozwiązania kupon umieszczony w lewym górnym rogu tej strony. Prenumeratorzy mogą przesyłać rozwiązania drogą elektroniczną.

Słowa stanowiące klucz do odnalezienia hasła w krzyżówce z U-PA 5/03:

1. Sternfeld; 2. molekuły; 3. SWIFT;
4. Droga; 5. Enckego; 6. Cassiniego;
7. Challenger; 8. Bondarienko; 9. mgławica; 10. HALOE; 11. Zwicky; 12. Hipparcos; 13. Bootydy; 14. Komarow; 15. Betelgeza; 16. neutronowa; 17. Progress; 18. SCUBA; 19. Meteor.

Autor: J. Drążkowska

The Extrasolar Planets Encyclopaedia
Established since February 1995

Site Map (Marco Schaefer)
Version française (François)

US mirror site
Jean Schneider: CNRS - Paris Observatory

Update: 8 December 2003

Last update: 11 December 2003

This new planet candidate (HD 209458 b) (Mallon et al., announced until Jan. 2003).
Discoverer: b
7 Novemer: The following paper mention (gratitly devoted to the search for habitable planets) has been published by IAU.
Discoverer: CHFS - Paris Observatory

Other articles

- 1. Overview of Detection Methods and Tutorials and Search for Life update: 18 April 2003
- 2. Extrasolar Planets Catalog and Illustrations update: 31 November 2003
- 3. Searches for Extrasolar Planets update: 7 November 2003
- 4. Extrasolar Planets Bibliography and References update: 3 December 2003
- 5. Meetings update: 7 December 2003
- 6. Other sites relevant to extrasolar planets update: 14 November 2003

Contributors are encouraged to send their preprint to:
• Jean Schneider (Observatoire de Paris-Meudon, France)
• J. Schneider, Observatoire, F-91191 Meudon, France

Back to the Jean Schneider home page (updated 14 March 2003)
The URL of this page is <http://www.obspm.fr/planets>

Ciekawe strony internetowe...

W ciągu ostatnich lat w czasopismach naukowych jak i popularnych pojawiają się regularnie artykuły dotyczące pozasłonecznych układów planetarnych. Warto dokonać podsumowania dotychczasowej wiedzy na ten temat. Pod adresem <http://www.obspm.fr/planets> Jean Schneider z Obserwatorium Paryskiego w Meudon zebrała i uporządkowała szereg informacji którym nadał nazwę „The Extrasolar Planets Encyclopaedia”. Oprócz prac przeglądowych znajdziemy tutaj odnośniki do wielu artykułów — niekoniecznie opublikowanych, niektóre czekają jeszcze na przyjęcie do druku. Każdy badany obiekt posiada szczegółowy opis z odnośnikiem do opisującej go pracy. Archiwum pozwala m.in. na zapoznanie się z historią odkryć planet pozasłonecznych. Inny odnośnik prowadzi do omówienia metod pomiarowych, modelowania czy globalnych/statystycznych danych dotyczących układów planetarnych, takich jak rozmieszczenie na sferze niebieskiej, orbity, masy czy odległości od Układu Słonecznego. Szczególnie cenną wydaje się strona zawierająca adresy projektów związanych z poszukiwaniem nowych układów planetarnych. Można też znaleźć informacje o konferencjach naukowych (tych które już się odbyły jak i tych które dopiero są przygotowywane) jak i do adresów internetowych innych stron poświęconych badaniom pozasłonecznych układów planetarnych. (RS)

Uranii

Galeria



Mars w czasie ubiegłorocznej opozycji był tak jasny, że trudno było go nie zauważać nawet pośród miejskich światów. Po lewej zdjęcie wykonane 8 września przez Wiesława Skórzyńskiego z okna jego mieszkania w Toruniu (jasne plamy to prześwietlony Księżyc i wywołany tym refleks). Do sfotografowania samego Marsa (zdjęcie powyżej) posłużył teleskop MTO-1000 w projekcji okularowej ($t_{eksp} = 1/15$ s, film 100 ASA).

O wiele trudniejszym wyzwaniem było sfotografowanie Fobosa i Deimosa — maleńkich księżyców Marsa o rozmiarach wielkiego miasta. Poniżej cyfrowo złożone zdjecie, zrobione 22 sierpnia przez astronoma Johanna Schedlera przy użyciu teleskopu Schmidta-Cassegraina o średnicy 28 cm w obserwatorium w południowo-wschodniej Austrii. Jest to połączenie długiej ekspozycji, która wychwyciła słabe księżyce, ale prześwietliła dysk planety, z dobrze naświetlonym zdjeciem Marsa



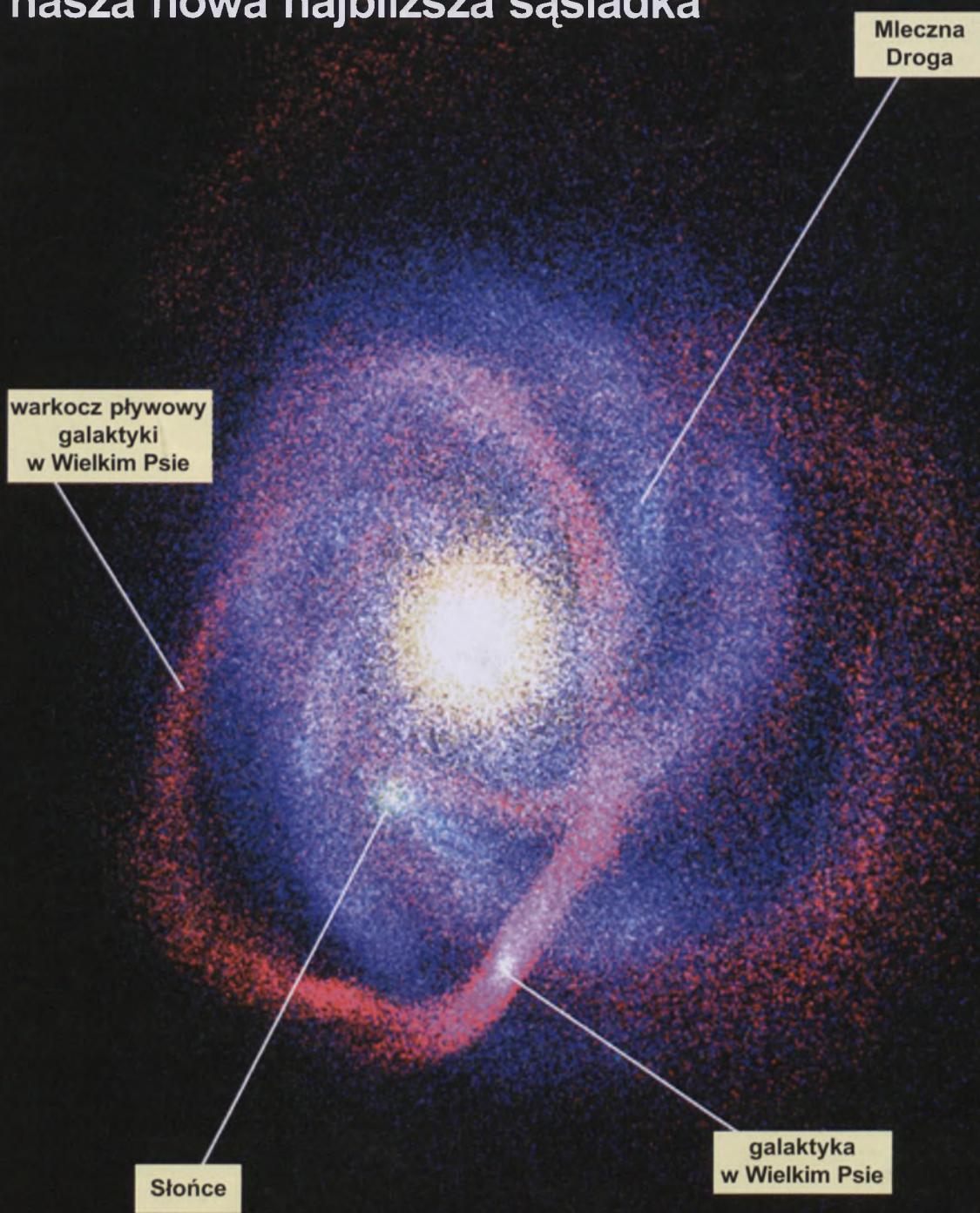
Spośród wielu przysłanych do redakcji zdjęć Marsa wkomponowanego w nocne pejzaże prezentujemy tutaj dwa wybrane. Po prawej zdjęcie autorstwa Arkadiusza Pilarczyka z Gorzowa Wielkopolskiego ($t_{eksp} = 4$ s, przysłona 2/8, $f = 58$ mm, film Agfa Vista 800, drzewa podświetlone reflektorami samochodowymi). Nizej zdjecie wykonane 28 sierpnia w Niedźwiadach, około godz. 22. (film Konica 1600, $t_{eksp} = 25$ s, obiektyw $f = 25$ mm, przysłona 1,4), przez Marka Nikodema



Poniżej efektowne zdjecie Marsa zrobione 27 sierpnia w szkolnym obserwatorium II LO w Głogowie z pomocą 25 cm teleskopu z kamerą internetową Phillips Westa. Jego autorami są: Iwona Bronowicka, Ludwik Lehman i Marcin Marszałek



Galaktyka karłowata w Wielkim Psie: nasza nowa najbliższa sąsiadka



Jak nazywa się najbliższa nam galaktyka? Nowa odpowiedź na to stare pytanie brzmi: galaktyka karłowata w gwiazdozbiorze Wielkiego Psa (Canis Major). Przez lata astronomowie sądzili, że najbliżej mamy do Wielkiego Obłoku Magellana (LMC), ale pierwszeństwo zostało mu odebrane w 1994 r. przez galaktykę karłowatą w Strzelcu (Sagittarius). Ostatnie pomiary wskazują jednak, że galaktyka karłowata w Wielkim Psie znajduje się w odległości jedynie 42 000 lat świetlnych od centrum Drogi Mlecznej, czyli około 3/4 odległości, jaką mamy do galaktyki karłowej w Strzelcu i 1/4 odległości do Wielkiego Obłoku Magellana. Odkrycia dokonano dzięki danym z przeglądu nieba 2MASS, wykonanym w podczerwieni. Fale podczerwone łatwiej przenikają przez nieprzeczystą dla światła widzialnego płaszczyznę Drogi Mlecznej. Ilustracja powyżej pokazuje, gdzie w stosunku do naszej Drogi Mlecznej znajduje się nowo odkryta galaktyka oraz jej płynowy warkocz. Podczas podróży wokół oraz poprzez naszą macierzystą Galaktykę, galaktyka karłowata w Wielkim Psie i inne satelitarne galaktyki są powoli rozrywane na skutek działania sił grawitacyjnych.

Rys. R. Ibata, (Strasbourg Observatory, ULP) i in., 2MASS, NASA

Urania

2/2004 (710)

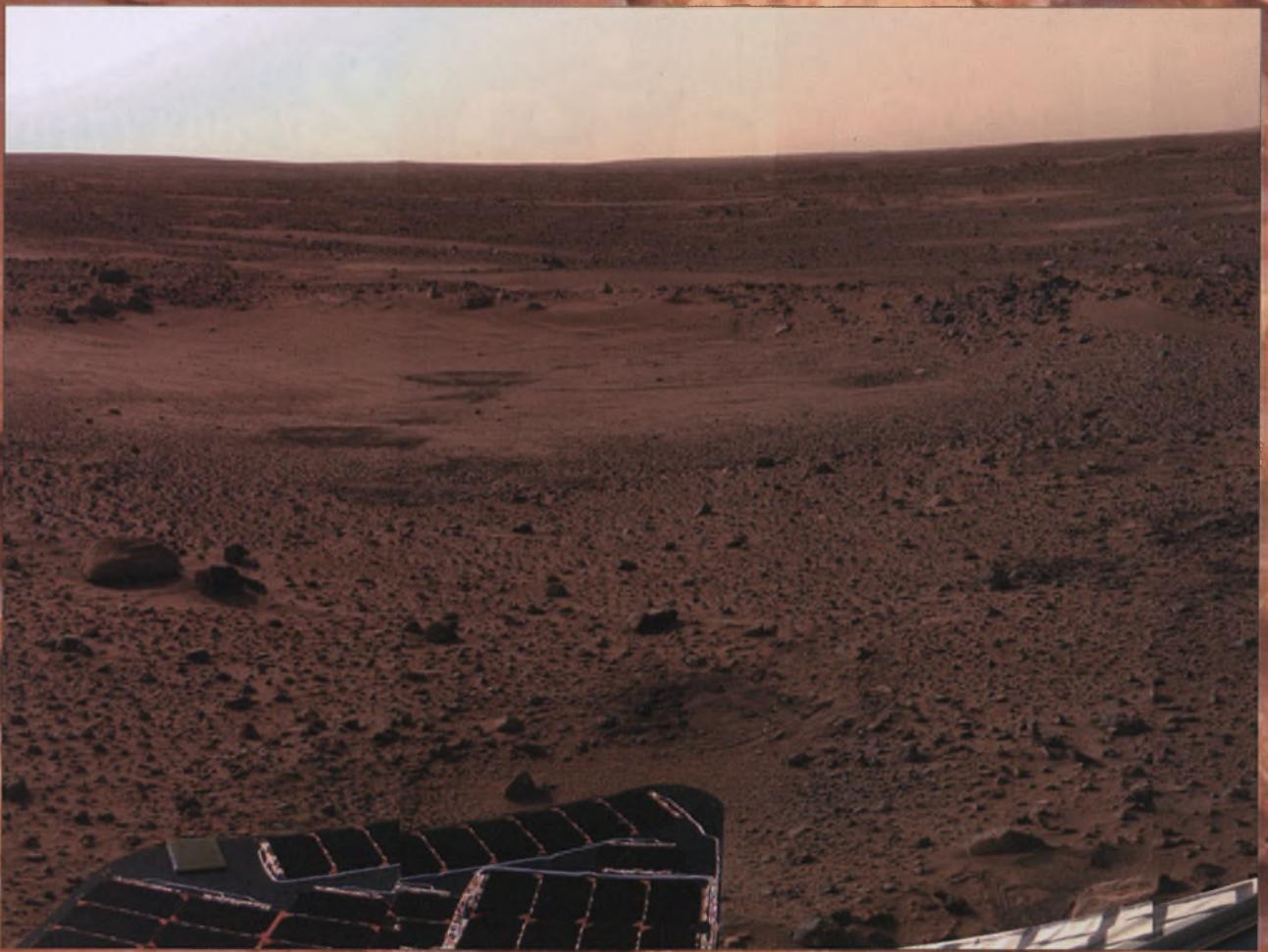
tom LXXV

marzec—kwiecień

POSTĘPY ASTRONOMII

- Podbój Marsa trwa!
- Po 122 latach Wenus ponownie na tarczy Słońca
- O prędkości ucieczki galaktyk raz jeszcze
- Natura aktywności słonecznej





Piątego dnia pobytu na Czerwonej Planecie łazik Spirit przesłał na Ziemię powyżej pokazaną „pocztówkę”. Poniższa wersja pełnej mozaiki wysokiej rozdzielczości pokazuje dno krateru Guseva w kierunku północnym. W środku obrazu znajduje się pozornie gładki, kolisty obiekt o średnicy 9 m nazwany Senną Kotliną (ang. Sleepy Hollow). Widać na niej ciemne, okrągłe znaki, które mogą być śladami uderzeń w powierzchnię Marsa lądownika owiniętego w poduszki powietrzne. Inny przykład zaburzenia, spowodowanego przypuszczalnie przez wciągane poduszki powietrzne lądownika, doszczętnie można na pierwszym planie, tuż za pokrytym bateriami słonecznymi pokładem Spirita



Zaraz po wylądowaniu na Marsie łazik Opportunity mógłby usłyszeć taki oto komunikat: „Właśnie przebudziłeś się w małym kraterze na Marsie. Otacza cię żelazisty piach i jaśniejsze intruzje, które mogą być skałami podłożem. Ten pejzaż jest jałowy, dziwny i obcy. Nigdy przedtem nie byłeś w tym świecie. Przesydasz zdjęcia, które są natychmiast retransmitowane na całą twojej ojczystej planecie. Jesteś oczami miliardów ludzi. Szukasz przygody. Twoją misją jest badanie tego dziwnego świata i szukanie śladów prehistorycznego życia. Masz sześć kół, jedno ramię i rentgenowskie oczy. Jesteś łazik Opportunity.” Fot. JPL, NASA

Szanowni i Drodzy Czytelnicy,

Wszystkie media fascynują się kolejnymi sukcesami w badaniach Marsa. Docierają do Czerwonej Planety kolejne stacje kosmiczne, lądują na jego powierzchni i wędrują po nim roboty: Spirit (Duch) i Opportunity (Okazja). Prezydent George Bush zapowiedział podjęcie przez Stany Zjednoczone historycznej misji lądowania człowieka na tej planecie. Możemy tylko się cieszyć, że ambitne rezultaty i plany misji kosmicznych docierają „pod strzechy”, zmieniając sposób myślenia każdego z nas i perspektywy cywilizacyjne całej ludzkości. Nasze czasopismo nie chce pozostawać w tyle i, po raz kolejny, pragnie przedstawić nam Czytelnikom te gorące jeszcze rezultaty badań Czerwonej Planety. Pani Karolina Zawada opisuje ostatnie kilka tygodni podboju Marsa, a na kolorowych stronach pokazujemy świeżo uzyskane obrazy powierzchni tej planety. Ale pamiętajmy, sukcesy nie przychodzą łatwo: do tej pory 2/3 misji marsjańskich zakończyło się fiaskiem i wielu astronautów straciło życie. Nowo odkrytym obiektem topograficznym Marsa zostaną nadane nazwy upamiętniające nazwiska astronautów, którzy zginęli rok temu w katastrofie promu kosmicznego Columbia.



fot. A. Dauksza-Wiśniewska

Astronomia współczesna to nie tylko marsjańska odyseja. Odkrywane są nowe zjawiska w odległych galaktykach, wokół dalekich gwiazd i bliższych nam ciał niebieskich. Piszemy o tym w Rozmaitościach. Przypominamy niezwykłą historię stacji kosmicznej Voyager 2, która od przeszło 26 lat wędruje przez bezkresne czeluście Kosmosu. Powracamy do sprawy prędkości ucieczki galaktyk i przesunięcia ku czerwieni, a więc odległości w rozważaniach kosmologicznych, krótkim artykułem Jerzego Kuczyńskiego.

W czerwcu br. będziemy świadkami niezwykłego zjawiska — przejścia Wenus przed tarczą słoneczną. Już teraz szczegółowo opisuje to zjawisko Tadeusz Jarzębowski i piszą o nim Barbara Cader-Sroka i Paweł Rudawy, polscy krajowi koordynatorzy europejskiego Programu VT-2004.

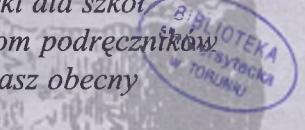
W końcu ubiegłego i na początku bieżącego roku mieliśmy okazję obserwować w Polsce niezwykłe i piękne zorze polarne. Wiele zdjęć tych zjawisk wykonanych przez naszych Czytelników w różnych rejonach Polski już publikowaliśmy, inne będąemy jeszcze drukować. Są one świadectwem oddziaływanego zjawisk na Słońcu z ziemską atmosferą. Naturę aktywności słonecznej wyjaśnia Bartosz Dąbrowski, którego rozprawa doktorska dotyczy właśnie tego problemu.

Kończy się 50-letni okres radiowych badań planet. Jowisz jest drugim, po Słońcu najjaśniejszym, źródłem promieniowania radioowego na niebie. Jego promieniowanie odkryto w roku 1955, ale do dzisiaj natura tego promieniowania nie jest do końca wyjaśniona. O decymetrowym promieniowaniu Jowisza pisze Tomasz Kamiński

W Astronomii w szkole przedstawiamy jeden z podręczników fizyki dla szkół ponadgimnazjalnych. Jakość obecnie tworzonych i zalecanych szkołom podręczników konkurować może chyba tylko z jakością ustaw uchwalanych przez nasz obecny parlament! Nie wróży to nam dobrze! Oj, nie wróży!

Jak zwykle przynosimy informacje o ciekawych obiektach, radzimy, jak i co obserwować, zapowiadamy zjawiska astronomiczne, jakich świadkami będąmy w maju i czerwcu.

Życzę Państwu miłej lektury i przyjemności w odkrywaniu piękna otaczającego nas świata. Świata gwiazd, galaktyk i planet przede wszystkim.



Toruń, w lutym 2004 r.



Serdecznie witam całą Redakcję „Uranii-Postępów Astronomicznych”, a zwłaszcza Redaktora Naczelnego

Zapewne zdziwił się Pan Redaktor Naczelnny, dostając od czytelniczki tak dużą i grubą kopertę. Pierwsze pytanie zapewne brzmiało, co jest w środku? Po otwarciu wszystko stało się jasne: to mój „Sennik astronomiczny”, tzn. moje sny związane z astronomią. Prowadzę go już od 2 lat i mam zamiar kontynuować. Nigdy nie wiadomo, kiedy teraz przyśniesie się coś astronomicznego. Przesyłam go Panu w prezenie, ponieważ jest Pan dla mnie kimś ważnym. (...) Jak się trochę tych snów nazbiera, to będę przesyłać...

Tak zaczyna się list, który w wielkiej i grubej kopercie otrzymaliśmy na przełomie stycznia i lutego 2004 r. Nadawcą był(a) „Miłośnik Astronomii, Krystyna Jaskulska z Gdyni”. Na gęsto zapisanych stronach Pani Krystyna opisuje swoje ostatnie spotkania astronomiczne i obserwacje oraz lektury (w tym przede wszystkim „Uranii”) pozwalające na głębsze zrozumienie zjawisk dzierżących się na niebie. Ale najważniejszy załącznik do listu, to właśnie jej „Sennik Astronomiczny”: na 30 stronach komputerowego wy-

Kupię Sprzedam Wymienię...

Sprzedam teleskop Newtona o średnicy lustra 200 mm i ogniskowej 1000 mm produkcji firmy „Uniwersal” z wyciągiem okularowym o średnicy 2 cala firmy ASTRO-KRAK bez montażu paralaktycznego.

Tel. kom. 509124498

Oferujemy plakaty astronomiczne w formatach 33x46,5 i 48x67,5 cm. Fotograficzna jakość, przedłużona trwałość. Idealne do domu, biura, obserwatorium.

Szczegóły na stronie www.astrosklep.pl lub pod adresem: Wiesław Dura, ul. Ciołkowskiego 9 m.13, 93-510 Łódź, tel. 600 753 793

druku spisane jej astronomiczne sny z ostatnich 2 lat. Tak oto Autorka wyjaśnia we Wstępie genezę swego dzieła:

Moje zainteresowania związane są w dużym stopniu z astronomią. Interesuję się nią już od ósmej klasy szkoły podstawowej. Oprócz tego zajmuję się w ciągu dnia wieloma innymi ważnymi dla mnie sprawami. W końcu człowiek zmęczony po całym dniu pracy idzie spać. Wiadomo, jak to w snach, potrafią się śnić różne sny. Wiele zjawisk nie jest zgodnych z rzeczywistością. Wiele spraw, których nie było, nagle się pojawia. Trudno powiedzieć, skąd te sny się biorą. Prawdopodobnie mogą to być moje pragnienia... mające związek z astronomią. Najlepsze jest to, iż człowiek nie jest w stanie nad snem panować, najgorsze zaś to, iż tak szybko się kończą. Bo albo zadzwoni budzik, albo ktoś inny obudzi. Choć nie zawsze tak być musi. Do tej pory śniły mi się różne historyjki, lecz ta noc była wyjątkowa: miałam sen związany z moimi astronomicznymi zainteresowaniami. Długo miałam go w pamięci. Potem przyśniło mi się coś nowego. Postanowiłam oba te sny odtworzyć w mojej pamięci i napisać na kartce papieru (co nie było łatwe). Dzięki temu powstał pomysł założenia „Sennika astronomicznego”. Teraz zachęcam do poczytania moich sennych astronomicznych opowieści...

Red.: Droga Pani Krystyno, dziękujemy serdecznie za tak wielkie zaufanie do nas i powierzenie nam swego tak osobistego dzieła. Gratulujemy pomyśłu. Czytaliśmy Pani opowieści. Są bardzo ciekawe i wzruszające. Prosimy kontynuować. A może inni Czytelnicy wezmą z Pani przykład?

Szanowny Panie Profesorze, 8 czerwca 2004 r. będzie możliwa obserwacja ciekawe i bardzo rzadkie zjawisko astronomiczne – przejście planety Wenus na tle tarczy Słońca. Będzie ono widoczne z większości terenów Europy, Afryki i Azji.

Z tej okazji Europejskie Obserwatorium Południowe (ESO), Europejskie Towarzystwo

Tu może być reklama Twojej Firmy!

Nasz cennik jest następujący:

cała strona kolorowa: 1000,00 zł

cała strona czarno-biała: 400,00 zł

Przy mniejszych formatach dla stron czarno-białych:

1/2 s.: 300,00 zł

1/4 s.: 200,00 zł

1/8 s.: 100,00 zł — ten rozmiar traktujemy jako najmniejszy „moduł”. Podobnie jest ze stroną kolorową.

Istnieje możliwość negocjowania warunków.

Zapraszamy na nasze tamy!

stwo na rzecz Edukacji Astronomicznej (EAAE), Instytut Mechaniki Nieba i Obliczania Efemeryd (IMCCE), Obserwatorium Paryskie oraz inne liczne instytucje naukowe i oświatowe z całej Europy organizują wielką akcję oświatową i popularyzatorską o nazwie Program VT-2004.

Organizatorzy chcą przy okazji spopularyzować podstawy wiedzy astronomicznej, rozbudzić zainteresowania naukami ścisłymi oraz obalić mit o ich hermetyczności i niedostępności.

Jako Krajowi Koordynatorzy Programu VT-2004 uprzejmie prosimy o rozpropagowanie Programu VT-2004 na łamach „Uranii”.

W celu jak najlepszego zaprezentowania wszelkich informacji o Programie VT-2004 jak i naukowych podstaw jego realizacji, przygotowaliśmy obszerną witrynę internetową Programu VT-2004 w języku polskim: <http://www.astro.uni.wroc.pl/vt-2004.html>

W Programie VT-2004 mogą aktywnie uczestniczyć wszyscy (na przykład nauczyciele i uczniowie, studenci, astronomowie amatorzy) oraz instytucje edukacyjne (szkoły, uniwersytety, planetaria, obserwatoria publiczne, centra nauki itp.). Organizatorzy Programu będą im dostarczać obszernych informacji o naukowych, technicznych, społecznych i historycznych aspektach tego rzadkiego zjawiska.

Program VT-2004 ma inspirować wielostronną współpracę międzynarodową, poprzez

wspólne obserwacje rzadkiego zjawiska astronomicznego, gromadzenie lokalnych wyników obserwacji w wielkiej, wspólnej bazie danych oraz dyskusje uczestników programu za pośrednictwem Internetu. Możliwość natychmiastowego kontaktowania się wszystkich uczestników projektu po przez Internet i inne środki łączności spowoduje, że wydarcie to stanie się wyjątkowym zjawiskiem społecznym.

Program VT-2004 ma na celu utworzenie rozlegiej, międzynarodowej sieci instytucji edukacyjnych aktywnie zaangażowanych w obserwacje przejścia Wenus na tle tarczy Słońca. Przy okazji obserwacji przejścia Wenus możliwe będzie zorganizowanie szeregu imprez popularyzatorskich, takich jak: pokazy w planetariach i obserwatoriach, pokazy w wybranych miejscowościach miast, odczyty i prelekcje, wystawy itp.

Jesteśmy przekonani, iż zjawisko przejścia Wenus wywoła nadzwyczajne zainteresowanie społeczeństwa i środków przekazu masowego, nie tylko na tych obszarach, skąd będzie mogło być obserwowane, ale na całym świecie.

Paweł Rudawy
Barbara Cader-Sroka
Wrocław

Nasz adres: dr hab. Paweł Rudawy lub mgr Barbara Cader-Sroka, Koordynatorzy Programu VT-2004. Instytut Astronomiczny Uniwersytetu Wrocławskiego, 51-622 Wrocław, ul. Kopernika 11, z dopiskiem „Przejście Wenus 2004”. e-mail: vt-2004@astro.uni.wroc.pl

Dwumiesięcznik poświęcony upowszechnianiu wiedzy astronomicznej. Czasopismo powstało z połączenia się „Uranii” — duchów czasowego miesięcznika PTMA, ukazującego się od 1922 r. i „Postępów Astronomii” — duchów czasowego kwartalnika PTA, wydającego od 1953 r. Patronat: Polskie Towarzystwo Astronomiczne i Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii. Zachowana zostaje duchów czasowa numeracja „Uranii”. Pismo jest częściowo finansowane przez KBN i Komitet Astronomii PAN.

Nakład: 1500 egz.

Redaktor Naczelny:

Andrzej Woszczyk, CA UMK Toruń

Zespół Redakcyjny:

Marek Gołębiewski, CA UMK Toruń
Magdalena Kożuchowska, CAMK Warszawa
Krzysztof Rochowicz, CA UMK Toruń
Roman Schreiber, CAMK Toruń

Opracowanie graficzne
i skład komputerowy:
Jacek Drążkowski

Korekta:

Bożena Wyrzykowska

Adres Redakcji:

Uniwersytet Mikołaja Kopernika
Centrum Astronomiczne
ul. Gagarina 11
87-100 TORUŃ
tel. (0-56) 611 30 52
fax. (0-56) 621 93 81

Poczta elektroniczna (E-mail address):
aw@astro.uni.torun.pl

Adres WWW:
<http://urania.pta.edu.pl>
<http://urania.camk.edu.pl>

Druk:
Zakład Poligraficzno-Wydawniczy
POZKAL, Inowrocław

Dystrybucja:
Piotr Waż, CA UMK,
ul. Gagarina 11, 87-100 TORUŃ
tel. (0-56) 611 30 56
E-mail: urania@astro.uni.torun.pl

Prenumerata w roku 2004 kosztuje 54 zł.
Można również zamawiać pojedyncze zeszyty
w cenie 10 zł.

Polskie Towarzystwo Astronomiczne
Zarząd Główny – Sekretariat
ul. Bartycka 18, 00-716 Warszawa
tel. (0-22) 841 00 41 wewn. 146
E-mail: hania@camk.edu.pl
WWW: www.pta.edu.pl

Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii
Zarząd Główny
ul. św. Tomasza 30/7, 31-027 Kraków
tel. (0-12) 422 38 92
E-mail: ptma@oa.uj.edu.pl
WWW: oa.uj.edu.pl/~ptma

Numer zamknięto w lutym roku 2004

* Materiałów nie zamówionych Redakcja nie zwraca, a wykorzystując zastrzega sobie prawo do ich redagowania i skracania
* Przedruk materiałów i zdjęć tylko za zgodą Redakcji. * Opinie i poglądy formułowane przez Redakcję i Autorów nie reprezentują oficjalnego stanowiska obu patronujących nam Towarzystw *

W NUMERZE

52 Na podbój Marsa

Karolina Zawada

Fascynujące są doniesienia ostatnich tygodni opisujące kolejne zdobycze wiedzy o Czerwonej Planecie. Wprost bajecznie zapowiadają się perspektywy lądowania człowieka na Marsie. Warto przypomnieć sobie, jak w przeciągu tylko jednego miesiąca wzbogaciła się nasza wiedza o tej planecie.

56 Po 122 latach Wenus ponownie na tarczy Słońca

Tadeusz Jarzębowski

Przejście planety na tle tarczy Słońca to przede wszystkim dowód na słuszność heliocentrycznej teorii Kopernika, ale też okazja do przeprowadzenia ciekawych obserwacji. Można pokusić się o pomiar średnicy Wenus, wyciągnięcie wniosków dotyczących jej atmosfery, jej ruchu itp. 122 lata temu wielu astronomów organizowało dalekie wyprawy do pasa widoczności tego zjawiska, aby zobaczyć, mierzyć, wnioskować... o naturze zjawiska i tej planety.

58 O prędkości ucieczki galaktyk...

Jerzy Kuczyński

Odległość między galaktykami: czy to jest coś takiego jak odległość np. między miastami na Ziemi? To samo słowo, a jego sens i znaczenie są zupełnie różne. Odległość w kosmologii ma dramatycznie różne własności od tej wielkości, którą na co dzień przywykliśmy nazywać odległością.

61 Promieniowanie decymetrowe Jowisza

Tomasz Kamiński

Jowisz jest, na falach radiowych, najsilniejszym po Słońcu źródłem promieniowania na niebie. Pomimo mijającego już prawie pół wieku obserwacji tego promieniowania ciągle go do końca nie rozumiemy. Najbardziej interesujące jest promieniowanie tego planetarnego olbrzyma na falach decymetrowych.

69 Natura aktywności słonecznej

Bartosz Dąbrowski

Szczególna i niespodziewana aktywność Słońca w ciągu ostatnich miesięcy objawiająca się m.in. pięknymi zorząmi widocznymi w Polsce i nawet na południu Europy spowodowała duże zainteresowanie naszych Czytelników tym zjawiskiem. W poprzednim zeszycie publikowaliśmy piękne zdjęcia zorzą polarnymi wykonane przez naszych Kolegów. Dziś pragniemy pokrótko wyjaśnić naturę tych zjawisk i ich źródła.

w kolorze: Galeria Uranii (okł. I, wkł. I, wkł. IV, okł. III)

rozmaitości: XMM-Newton zwałpił w ciemną energię (73); Zanieczyszczenie światowe (80); Plejady — daleko czy blisko? (82); Niezwykła misja (85)

w kraju: II Seminarium Meteorotypowe, Olsztyń 24-26 kwietnia 2003 r. (74); Patrz w niebo i... pod nogi! (76)

78 galeria obiektów NGC: NGC 891; NGC 936; NGC 1023

83 astronomia w szkole: Astronomia w podręczniku dla szkół ponadgimnazjalnych

88 kalendarz astronomiczny 2004: maj — czerwiec

94 poradnik obserwatora: Interesujące obiekty: Baran, Bliźniąta

95 astronomia i muzyka: Noc komety i gwiazdny pył

96 relaks z Uranią: krzyżówka

96 ciekawe strony internetowe

NA OKŁADCE

Fragment powierzchni Marsa w rejonie Doliny Marinerów.

Europejska stacja kosmiczna Mars Express stała się sztucznym satelitą Marsa, który po bardzo eliptycznej (od 258 do 11560 km nad powierzchnią) i prawie biegunowej (kąt nachylenia 86,3°) orbicie obiega Czerwoną Planetę w ciągu 7,5 godz. W dniu 14 stycznia 2004 r., gdy odległość stacji od powierzchni planety wynosiła 275 km, jej Stereoskopowa Kamera Dużej Rozdzielcości (HRSC) zrobiła kolorowe, 3-wymiarowe zdjęcie obszaru o wymiarach 1700×65 km w poprzek (z południa na północ) marsjańskiego Wielkiego Kanionu z rozdzielcością 12 m na piksel. Tak dokładnego zdjęcia Marsa z orbity jeszcze dotychczas nigdy nie uzyskano. Na okładce przedstawiamy jego fragment.

Calemu przedsięwzięciu patronuje Europejska Agencja Kosmiczna (ESA), Niemiecki Instytut Badań Planetarnych (DLR) i Instytut Nauk Geologicznych Freie Universität Berlin (G.Neukum).

Na podbój Marsa

3 stycznia po 7 miesiącach podróży na Marsie wylądował Spirit Rover. Lądownik wszedł w atmosferę Marsa z prędkością 19 300 km/h. 3 godz. po lądowaniu przekazał na Ziemię czarno-białe zdjęcia. Spirit wylądował w kraterze Guseva o średnicy 150 km i głębokości 1,6 km



Vypořádany w poduszki powietrzne Spirit opadá na Červenou Planetu. Taką samą ochronę zastosowano lat temu w misji Pathfinder. Fot. NASA

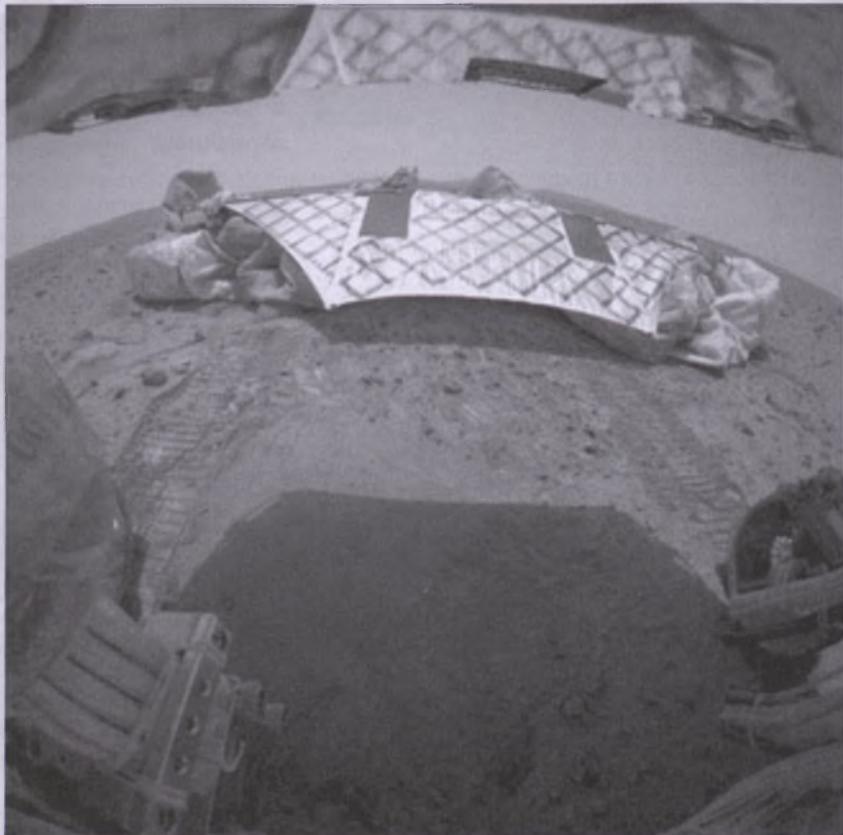
Misja Mars Exploration Rover 1 — NASA

Miejsce, w którym wylądował Spirit, jest bardziej gładkie i pozbawione skał niż teren, na który w 1997 r. trafił Pathfinder. To czwarte miejsce na Czerwonej Planecie, które bada maszyna wykonana przez człowieka, ale pierwsze podejrzane o to, że w przeszłości występowała tam woda. Oprócz Pathfindera odwiedziły Marsa jeszcze dwie sondy: Viking 1 oraz Viking 2. Obie wylądowały na Marsie w 1976 r.

Nagrania telemetryczne z orbitera

Mars Odyssey ukazały lądownik Spirit w doskonałym stanie, gdy z poduszką powietrza, a lądownik rozłożył panele słoneczne.

Marsjański dzień trwa o 40 min dłużej niż ziemski, rok 687 dni ziemskich. Atmosfera Marsa składa się głównie z dwutlenku węgla oraz azotu. Sławne czapy polarne to również zestalony dwutlenek węgla CO₂. Grawitacja jest 2,6 razy słabsza niż na Ziemi. Temperatura spada w nocy do -120°C, więc elektronika Spirita musi mieć własne ogrzewanie, aby wytrzymać tak niskie temperatury.



Spirit spogląda na pozostawiony lądownik. „...Nigdy nie widziałem, aby tylu ludzi tak ekscytovalo się dwoma śladiami na piasku” powiedział szef Jet Propulsion Laboratory Charles Elachi. Fot. NASA

15 stycznia Spirit zjechał z platformy, zrobił jej zdjęcie i ruszył na rekonesans. Łądownik zapewnił łazikowi bezpieczny transport na Marsa, jednak nie przewiduje się drogi powrotnej, więc lądownik nie będzie już potrzebny.

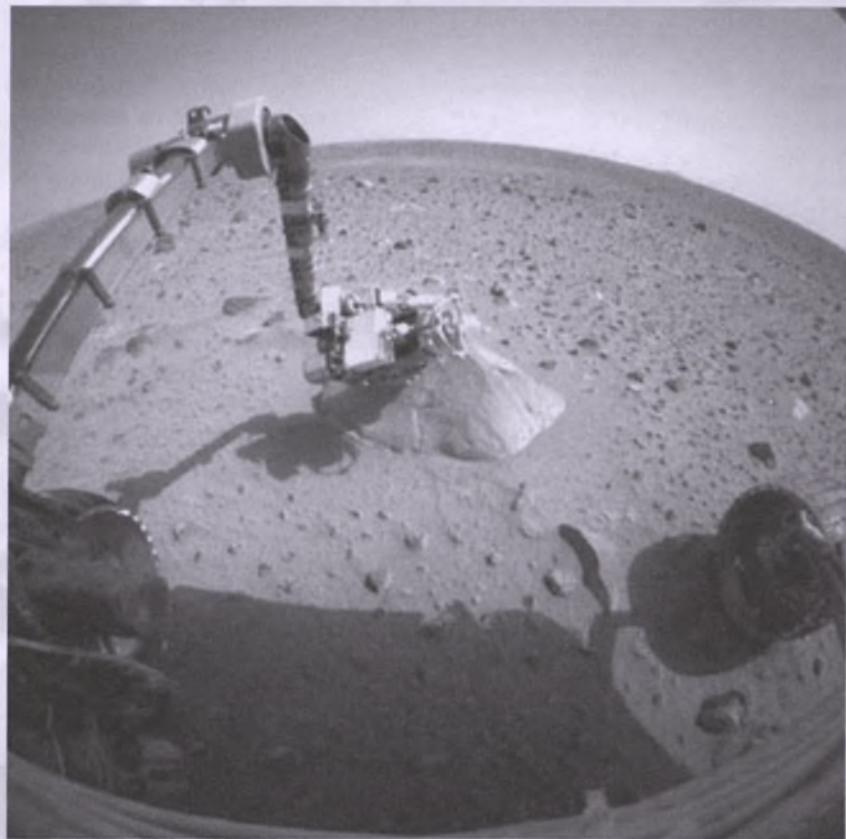
22 stycznia pojawiły się problemy z łazikiem — zawiodła pamięć komputera i wystąpiły problemy z komunikacją. Na szczęście 1 lutego Spirit „poczuł się” dobrze i wrócił do pracy. Część kuracji polegała na usunięciu tysięcy plików z jego pamięci typu flash — jest to typ pamięci stałej, takiej jaką możemy spotkać w aparatach cyfrowych. Wiele z tych plików to pozostałości po siedmiomiesięcznej podróży sondy na Marsa. Sformatowanie pamięci flash i zainstalowanie nowego oprogramowania ma dać pewność sprawnego działania sondy. Spirit zdołał przesłać najważniejsze dane pozostałe w pamięci flash. Między innymi dane z obserwacji atmosferycznych przeprowadzonych 16 stycznia razem z orbiterem Mars Express. Jednoczesny pomiar wykonany z dwu punktów odległych o 300 km zapewnia bardzo dokładne wyniki. Współpraca z europejskim orbitem będzie nadal kontynuowana.

Na końcu ramienia łazika znajduje się spektrometr Moessbauera do identyfikacji skał. Widoczną na zdjęciu badaną skałę nazwano Adirondack. Rock Abrasion Tool — urządzenie ścierające pozwoliło na zbadanie skały „od środka”. Adirondack to skała krystaliczna zawierająca oliwin, piroksen i magnetyt. Jest to skład typowy dla ziemskich wulkanicznych skał bazaltowych. Adirondack wydaje się być skałą wulkaniczną przeniesioną tu przez, na przykład, przepływającą lawę. Po zakończeniu badań Spirit pojedzie zbadać dwie następne skały, a później zostanie skierowany do krateru Bonneville oddalonego o 250 m.

5 lutego w południe Spirit rozpoczęła swój 33 sol — 33 marsjański dzień. Misja łazika Spirit planowana jest na 3 ziemskie miesiące, jeśli jednak, jak żartują naukowcy, nie odpadną mu kółka po zagwarantowanych 90 dniach pracy, jest szansa na kontynuowanie badań w „okresie pogwarancyjnym”.

Misja Mars Exploration Rover 2 — Opportunity — NASA

26 stycznia sonda Opportunity szczęśliwie wylądowała w niewielkim kraterze o średnicy 22 m i głębokości 3 m na



Spirit zrobił to zdjęcie 28 stycznia kamerą identyfikacji zagrożenia i przesłał na Ziemię. Ramię robota znajduje się w tej samej pozycji, w jakiej było 22 stycznia, gdy wystąpiły problemy z komunikacją. To jego pierwszy obraz, odkąd zaczął „niedomagać”. Fot. NASA/JPL

Meridiani Planum po przeciwnie stronie Marsa niż krater Guseva. Tak jak przy lądowaniu sondy Spirit, silę upadku osłabiły poduszki powietrzne. 31 stycznia łazik zjechał z platformy lądowniczej. Orbiter Mars Odyssey przesłał na Ziemię informacje o bezpiecznym opuszczeniu rampy przez Opportunity, później sam łazik przesłał zdjęcie pustej platformy i śladów własnych kółek na marsjańskim gruncie. 2 lutego rozprostował i sprawdził ramię pełne skomplikowanych instrumentów — Instrument Deployment Device. W ich skład wchodzi spektrometr Moessbauera, rentgenowski spektrometr cząstek alfa, kamera mikroskopowa, która pozwala badać obiekty o średnicy porównywalnej z grubością ludzkiego włosia oraz urządzenie do ścierania i kruszenia skał.

Przez kilka kolejnych dni łazik pozostanie w tym samym miejscu, badając grunt wokół siebie i wyznaczając jego skład chemiczny. Następnie pojedzie do skał krateru, w którym wylądował, by zbadać ich skład. Ucznieli obliczają, na jaką odległość łazik może zbliżyć się do skały, by nie uderzyć w nie panelami słonecznymi zapewniającymi sondzie energię. Kółka łazika posłużą nie tylko do

przemieszczania. Można zablokować wszystkie kółka łazika oprócz jednego, które kręcząc się, będzie kopać dziury w poszukiwaniu skał pod powierzchnią gruntu.

Przekazane przez sondę Mars Global Surveyor dane wskazywały, że na tym obszarze występują kryształy hematytu (Fe_2O_3). Obecność tych minerałów przesądziła o miejscu lądowania drugiej sondy. Na Ziemi hemataty mogą powstawać w środowisku wodnym, stąd taki właśnie wybór miejsca, w którym łazik będzie szukał śladów wody. Opportunity jest wyposażony w spektrometr czuły na promieniowanie podczerwone — Mini-TES. To on sporządził mineralną mapę krateru i znalazł na powierzchni Marsa rozproszony szary hematyt w grubych ziarnach warstwy powierzchniowej. Hematyt znajduje się w gruncie marsjańskim w kraterze, w którym wylądowała sonda, ale odsłonięte skały ściany krateru nie zawierają tego minerału. Na zdjęciach są widoczne ślady po uderzeniu poduszek powietrznych, ukazujące jaśniejszą czerwoną powierzchnię. W tych miejscach nie ma hematytu, uderzenie poduszek „wywiąło” warstwę hematytu, a może „wtłoczyło” ją pod powierzchnię. Nie-

chcący Opportunity wykonała pierwsze badania, zanim na dobre osiadła na planecie. W kraterze, w którym sonda wylądowała, hematyt znajduje się jedynie w cienkiej warstwie powierzchniowej tworzonej przez grube ziarna. Pochodzenie tego minerału może być wulkaniczne lub wodne. Łazik będzie szukać odpowiedzi na pytanie o źródło hematytu na Meridiani Planum.

Kamera mikroskopowa po raz pierwszy „przyjrzała się” dokładnie skrawkowi gruntu, dostrzegając okrągłe kamki wśród całej gamy różnych występujących tam ziaren. Spektrometr Moessbauera, zaprojektowany do identyfikacji minerałów zawierających żelazo, odebrał silny sygnał wskazujący na

obecność oliwinu — typowego składnika skał wulkanicznych. Tuż po północy 6 lutego Opportunity rozpoczyna swój 13 pracowity sol na Czerwonej Planecie.

Bliźniacze łaziki znajdują się po przeciwnych stronach Marsa — Meridiani Planum i krater Guseva — w odległości około 10 tys. km. Po raz pierwszy w historii dwa roboty jednocześnie badają Czerwoną Planetę. Spirit i Opportunity to „tuzin kólek na ziemi!” oznajmił Chris Lewicki, dyrektor lotu, gdy drugi łazik bezpiecznie zjechał z rampy. Oba urządzenia mają to samo zadanie — zbadanie warunków panujących na Marsie głównie pod kątem występowania wody i możliwości ist-

nienia życia. NASA będzie przeprowadzać podobne misje co 2 lata w ciągu następnej dekady.

Amerykańska Agencja Kosmiczna planuje nazwać miejsce lądowania sondy Opportunity na cześć ostatniej załogi wahadłowca Challenger — Challenger Memorial Station. 7-osobowa załoga zginęła, gdy wahadłowiec eksplodował tuż po startie 28 stycznia 1986 roku. Wzgórza znajdujące się na wschód od miejsca lądowania sondy Spirit nazwane zostaną na cześć załogi STS-107 wahadłowca Columbia, która zginęła, gdy statek podchodził do lądowania rok temu, 1 lutego 2003 r. Z propozycją uczczenia pamięci astronautów NASA zwróci się do Międzynarodowej Unii Astronomicznej.

Misja Mars Express — Europejska Agencja Kosmiczna

28 stycznia orbiter Mars Express po serii zaplanowanych manewrów zmienił trajektorię z okołorównikowej na okołopolarną. Mars Express z orbity szuka śladów wody. 5 stycznia uruchomiono jego instrumenty badawcze. Na rezultaty badań nie trzeba było długo czekać. Kamera i spektrometr podczerwony OMEGA sporządziły wstępную mapę południowej czapy polarnej Marsa. Dane wykazały obecność zamarzniętej wody oraz zamrożonego dwutlenku węgla. Informacje te potwierdziły dane z PSF — planetarnego spektrometru fourierowskiego o niezwykle dużej dokładności. Przy jego konstrukcji wzięli udział polscy naukowcy z Centrum Badań Kosmicznych PAN. Pierwsze dane PSF pokazały również nierównomierny rozkład tlenku węgla na północnej i południowej półkuli.

Pierwsze stereoskopowe (trójwymiarowe) kolorowe zdjęcie wykonano 14 stycznia przy pomocy High Resolution Stereo Camera z wysokości 275 km nad planetą. Obraz obejmuje obszar o szerokości 65 km i długości 1700 km w połowie Wielkiego Kanionu, czyli Doliny Marinerów. To pierwsze zdjęcie powierzchni Marsa o takiej rozdzielczości — 12 m na piksel, w kolorze i w 3 wymiarach. Uważa się, że sfotografowany teren w przeważającej części został uformowany w wyniku erozyjnej działalności wody. Mars Express sfotografuje całą powierzchnię planety z dokładnością do około 10 m, wykona mapę składu mi-



Falisty teren Meridiani Planum. Na pierwszym planie widać okrągłe ślady odbijających się poduszek powietrznych oraz ślady wleczonych poduszek, z których schodziło powietrze.
Fot. NASA/JPL

nerałów z dokładnością do 100 m i zbadą globalną cyrkulację atmosfery.

Ponownie próbowano skontaktować się z lądownikiem Beagle 2 poprzez orbiter Mars Express, Mars Odyssey oraz naziemne radioteleskopy. Z sondy Mars Odyssey i Mars Express planowano wysłanie sygnału, który miałby przekazywać komputer lądownika. Jeśli Beagle 2 „przeżyły” lądowanie, możliwym wyjaśnieniem ciszy jest niski stan baterii lądownika. Uczeni analizują wszystkie możliwe scenariusze wydarzeń, aby w przyszłości uniknąć podobnych niepowodzeń.

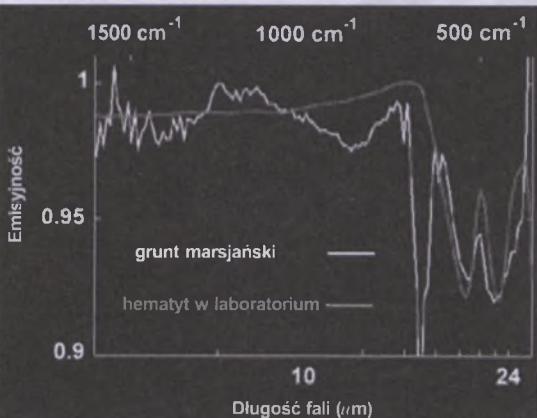
Beagle 2 miał wylądować na Marsie 25 grudnia 2003 r. 19 grudnia oderwał się od swojego macierzystego statku Mars Express. Nurkował w marsjańską atmosferę z prędkością 21 000 km/h. Jeśli wszystko przebiegało zgodnie z planem, otwierające się spadochrony spowolniły upadek lądownika, a poduszki powietrzne ochroniły go, zapewniając miękkie lądowanie z kilkoma podskokami. Brzmi to bezpiecznie, ale operację taką można porównać do upuszczenia komputera z fotela na betonową podłogę i oczekiwania, że będzie nadal działał. Beagle 2 nie zadziałał. Również NASA najbardziej obawiała się właśnie tego etapu operacji Mars Rovers. Na szczęście Spirit

i Opportunity odpowiedziały, w przypadku Beagle 2 panuje cisza.

Satela Nozomi był pierwszą japońską misją międzyplanetarną, która od 5 lat była w drodze do Marsa. Na początku grudnia 2003 pojawiły się problemy z elektroniką na statku. Nozomi nie doleci na Marsa. Japońska Agencja Kosmiczna zdołała jedynie zmienić kurs statku, aby nie zderzył się z planetą, zanie-

czyszcząc jej atmosferę i grunt. Pamiętamy, że to samo uczyniono ze statkiem Galileo — tak kierowano jego ostatnim lotem, aby nie zderzył się z księżycem Jowisza — Europą, na którą będą planowane w przyszłości misje badawcze.

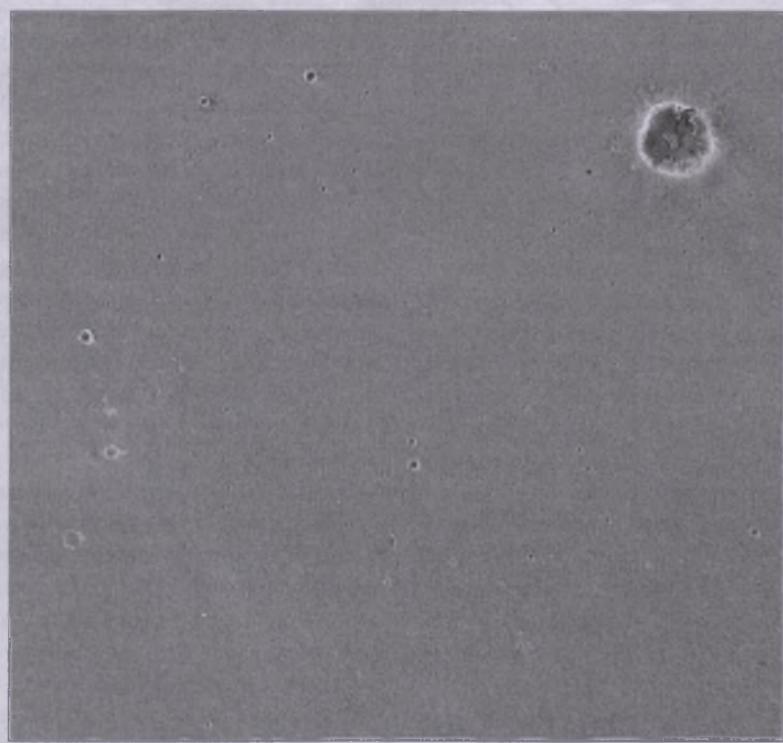
Spośród wszystkich przeprowadzonych do tej pory misji marsjańskich aż 2/3 zakończyło się fiaskiem. Dla przykładu, w 1971 r. wylądował radziecki Mars 2 i Mars 3, ale panowała wówczas na Marsie zamieć pyłowa i oba lą-



Widmo ze spektrometru Mini-TES wskazuje na obecność hematytu w gruncie marsjańskim na Meridiani Planum. Ciemniejsza linia to laboratoryjne widmo hematytu, jaśniejsza to widmo marsjańskiej ziemi. Obie linie nakładają się na siebie, tworząc charakterystyczny kształt litery W — to dowód obecności hematytu. Fot. NASA/JPL/Arizona State University

downiki uległy uszkodzeniu. NASA w ostatnich 10 latach straciła sondę Mars Observer, która miała być pierwszym amerykańskim statkiem badającym Czerwoną Planetę od czasu sondy Viking, a także Mars Climate Orbiter i Mars Polar Lander.

15 stycznia 2004 r. prezydent USA George Bush ogłosił plan podboju kosmosu — do 2010 r. ma być gotowa Międzynarodowa Stacja Kosmiczna i zakończyć się era wahadłowców kosmicznych. Mają być one zastąpione przez nowe statki, które będą w stanie wozić astronautów również na Księżyce. Załogowy Statek Badawczy będzie gotowy do 2008 r., a jego pierwsza misja załogowa odbędzie się nie później niż w 2014 r. Do 2008 r. na Księżyce poleca statki bezzałogowe, których zadaniem będzie badanie zasobów naturalnych i zdobywanie informacji pozwalających na dłuższy pobyt człowieka na Srebrnym Globie. Człowiek powrócić ma na Księżyce do 2020 r. Ze względu na mniejszą grawitację, która oznacza mniej potrzebnej energii do startu, Księżyce ma być punktem startowym do osiągnięcia głównego celu — załogowego lotu na Marsa.



Obszar wokół Challenger Memorial Station, Meridiani Planum. Fot. NASA/JPL/MSSS

Anna Karolina Zawada jest doktorantką astronomii Uniwersytetu Jagiellońskiego i stałą autorką tekstu dotyczących nowości astronomicznych internetowego serwisu edukacyjnego PTA „Orion” i naszego dwumiesięcznika

Po 122 latach Wenus ponownie na tarczy Słońca

*W „Uranii” 6/2003
— w artykule dotyczącym
kongresu Unii
Astronomicznej w Sydney
— wspominaliśmy
o związanym z historią
Australii wydarzeniu z roku
1769, jakim było przejście
Wenus przed tarczą Słońca.
Otóż w roku bieżącym
nadarza się kolejna okazja
obejrzenia tego zjawiska*



Rys. 1. Wenus widoczna na tle tarczy Słońca.
Klisza z 6 grudnia 1882 r.

Gdyby orbity Merkurego i Wenus leżały w płaszczyźnie, w jakiej Ziemia obiega Słońce, planety te pojawiałyby się na jego tarczy przy każdej koniunkcji dolnej. Ale nachylenie ich orbit do płaszczyzny ekiptyki (7° i $3^\circ,4$) sprawia, że Merkuremu przydarza się to 13 do 14 razy na stulecie (ostatnio 7 maja 2003 r.), natomiast Wenus znacznie, znacznie rzadziej. W XX w. „nie gościła ona” w ogóle na tarczy Słońca, natomiast w wieku XXI nastąpi to dwa razy: 8 czerwca 2004 i 6 czerwca 2012 r.

Wenus na tarczy Słońca to zjawisko bardziej efektowne niż przejście Merkurego. Jest to planeta większa i w okresie koniunkcji dolnej bliższa — zatem jej obraz wyraźnie większy. Rys. 1 to kopia jedynej kliszy, jaka zachowała się z roku 1882. Podobny widok — Wenus na południowej stronie tarczy Słońca — ujrzymy w tym roku. Dokładne liczby dla 8 czerwca: średnica kątowa Wenus $0',97$ — Słońca $31',5$. Zatem wymiary tarczy Wenus to 3% tarczy Słońca.

Tegoroczne zjawisko trwać będzie nieco ponad 6 godzin; początek o $5^h\ 20^m$, koniec o $11^h\ 24^m$ czasu uniwersalnego*, tj. od $7^h\ 20^m$ do $13^h\ 24^m$ obowiązującego latem czasu wschodnioeuropejskiego. Zjawisko jest dostępne do obserwacji wszędzie tam, gdzie w tym czasie jest Słońce nad horyzontem.

Na rys. 2 mapa powierzchni naszej planety z informacjami o widoczności zjawiska. Dla Europy sytuacja korzystna: w czerwcu, między 5^h a 11^h TU, Słońce wszędzie nad horyzontem —

* Momenty te dotyczą Europy. Dla miejsc odległych występują niewielkie minutowe różnice; wynikają one z paralaksy dobowej (odległość Wenus nie jest nieskończonym wielka w stosunku do rozmiarów Ziemi).

pytanie tylko, czy dopisze pogoda. W Afryce o błękit nieba łatwiej, ale mieszkańcy pobrażeza Atlantyku ujrzą wschodzące Słońce już z planetą Wenus na jego tarczy. Na wschodzie Azji Słońce schowa się pod horyzont, zanim Wenus zakończy wędrówkę po jego tarczy. W Australii skromne możliwości. O godzinie 5 TU na zegarach w Sydney już 15; tam zima, dzień krótki, dwie godziny później zajdzie Słońce — obserwowałny więc będzie tylko początek zjawiska. Na półkuli zachodniej też nieciekawie. O tejże 5 TU w Ameryce Północnej i Południowej noc — początku zjawiska nikt nie zobaczy; natomiast końcowe fazy będzie można obserwować w rejonach wschodnich obu kontynentów. Wreszcie w Kalifornii, Meksyku czy na południu Argentyny zjawisko widoczne tylko w telewizji.

A jak w rejonach okołobiegunowych?

Na początku czerwca deklinacja Słońca około $+23^\circ$. Na półkuli północnej, powyżej równoleżnika 67° , Słońce bez przerwy nad horyzontem — polarny dzień. Całe zjawisko przesuwania się Wenus po tarczy Słońca można więc tam obserwować bez względu na długość geograficzną, a więc tak w Kanadzie, jak i na Syberii. No a w rejonach bieguna południowego, na Antarktydzie — oczywiście polarna noc.

I jeszcze ciekawostka dotycząca bardzo nietypowego wariantu obserwowania tego zjawiska. Na mapce zaznaczono wybraną dla przykładu miejscowości Wrigley, leżącą na północy Kanady na szerokości geograficznej 63° . To jeszcze przed kołem podbiegunowym, tu Słońce zawsze wschodzi i zachodzi, ale czerwowa „noc” jest tu krótka, a Słońce tylko około 4° pod horyzontem. Otóż gdy Wenus pojawi się tam na tarczy

Słońca (znajdującego się na wysokości 3°), będzie to jeszcze wieczór, 7 czerwca. Następnie schowa się ono pod horyzont wraz z obrazem Wenus na swej tarczy i wkrótce pojawi się ponownie, rankiem 8 czerwca. Gdy planeta zakończy swą wędrówkę po tarczy Słońca, będzie ono już 4° nad horyzontem. Tak więc początek zjawiska obserwuje się przed północą jednego dnia, potem przerwa i kontynuowanie obserwacji dnia następnego.

* * *

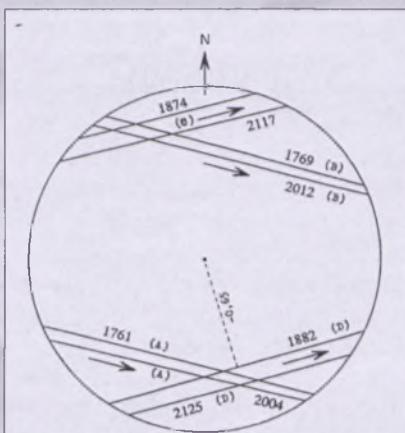
W tabeli podane są zjawiska przejść Wenus przed tarczą Słońca, jakie następowały od wieku XVII i nastąpią do

wieku XXVII. Spoglądając na daty, uważa się, iż pojawia się tu 243-letnia okresowość. I tak historyczne zjawisko z roku 1769 — obserwowane przez kapitana Jamesa Cooka — będzie miało swoją „powtórkę” w roku 2012, a następnie w latach 2255 i 2498. Podobnie zjawisko tegoroczne skorelowane jest z rokiem 1761, a następnie z latami 2247 i 2490. Obecnie występują cztery związane z tą 243-letnią okresowością grupy; w tabeli oznakowano je litrami A, B, C, D. Dla każdej z tych czterech grup ukazano na rys. 3 trasy dwóch przejść (odległych w czasie o 243 lata). Jak widać, trasy te są dość zbliżone. Niemniej jednak z danych w tabeli wynika, że wy-

Przejścia Wenus przed tarczą Słońca

7 XII	1631	+0,96	C	8 XII	2125	-0,76	D
4 XII	1639	-0,54	D	11 VI	2247	-0,73	A
6 VI	1761	-0,60	A	9 VI	2255	+0,52	B
3 VI	1769	+0,64	B	13 XII	2360	+0,64	C
9 XII	1874	+0,85	C	10 XII	2368	-0,86	D
6 XII	1882	-0,65	D	12 VI	2490	-0,78	A
8 VI	2004	-0,66	A	10 VI	2498	+0,47	B
6 VI	2012	+0,59	B	16 XII	2603	+0,53	C
11 XII	2117	+0,74	C	13 XII	2611	-0,96	D

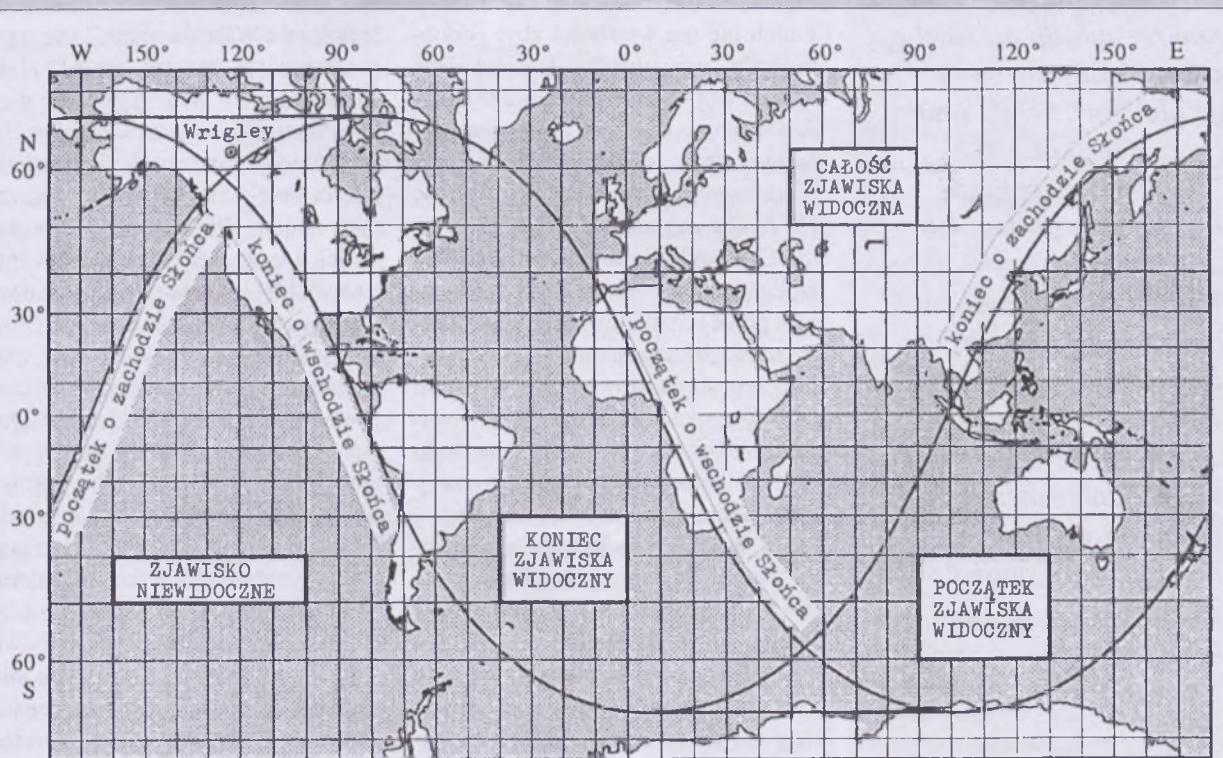
Liczby podają najbliższą odległość między trasą Wenus a centrum Słońca; wyrażona jest ona w ułamkach promienia jego tarczy; znak plus oznacza, że przejście ma miejsce na północnej, znak minus — na południowej stronie tarczy Słońca (por. rys. 3)



Rys. 3. Linie ukazują trasy przesuwania się Wenus po tarczy Słońca dla zjawisk od 1761 do 2125 r. Dla przejścia z roku 1882 (rys. 1) zaznaczono najmniejszą odległość planety od środka tarczy

stępuje systematyczne ich przemieszczanie. Ale to już temat na przyszłe stulecia — tymczasem spodziewamy się bezchmurnego nieba w dniu 8 czerwca tego roku.

Doc. Tadeusz Jarzębowski jest emerytowanym nauczycielem akademickim Uniwersytetu Wrocławskiego. Za zasługi dla popularyzacji astronomii został uhonorowany Medalem im. prof. Włodzimierza Zonna



Rys. 2. Zjawisko przejścia Wenus przed tarczą Słońca w dniu 8 czerwca 2004 r. Rejony widzialności

O prędkości ucieczki galaktyk i przesunięciu ku czerwieni

(w nawiązaniu do artykułu prof. J. Sikorskiego)

*Przeczytałem ten artykuł i cieszę się, że został napisany. Pisząc prawie rok temu swój tekst, sam zastanawiałem się, czy rozwijać dodatkowo problem, czym w istocie jest tzw. „uiteczka galaktyk”, „prędkość oddalania się” itp. Uwzględnienie tych spraw rozsadzało mi trochę ramię zaplanowanego artykułu i zwiększało i tak już spore rozmiary objętościowe oraz liczbę potrzebnych wzorów. Jak widać z tekstu p. Kuczyńskiego porządne i w pełni wyjaśniające opisanie tego zagadnienia to materiał na nowy artykuł. I dlatego raz jeszcze wyrażam zadowolenie, że został on napisany i ukaże się w „Uranii-PA”. Pozdrawiam,
J. Sikorski*

Wakacyjnym numerze „Uranii” ukazał się artykuł profesora Sikorskiego dotyczący bardzo ważnego tematu odległości w kosmologii. Odległość w kosmologii jest dość drastycznie różna (ma drastycznie różne własności) od tej wielkości, która na co dzień przywykliśmy nazywać odlegością. W szczególności można zdefiniować kilka istotnie różnych wielkości pełniących w kosmologii rolę odległości, przy czym żadna z nich nie ma własności zbyt podobnych do „normalnej” odległości. Tym samym wyjaśnienie problemu jest bardzo istotne, zwłaszcza że obserwowania ostatnio w publikacjach popularnonaukowych moda na kosmologię i Wszechświat powoduje bombardowanie Czytelnika informacjami, których zrozumienie bez znajomości odpowiednich pojęć jest utrudnione, a nawet często prowadzi do zupełnie błędnych wyobrażeń spowodowanych naiwnym zastosowaniem „standardowego” rozumienia słów. Tak więc temat artykułu prof. Sikorskiego jest bardzo ważny szczególnie z punktu widzenia kogoś, kto o Wszechświecie będzie opowiadał innym. Mówiąc bez eufemizmów, sens odległości we Wszechświecie i pojęć od niej pochodnych powinien być znany nauczycielom fizyki i do nich w pierwszym rzędzie są skierowane poniższe uwagi. Z tego punktu widzenia jest sprawą zasadniczej wagi, by teksty przeznaczone dla nauczycieli były pisane bardzo precyzyjnie, możliwie elementarne i unikające sugestii mogących wprowadzić w błąd. W przypadku tekstu profesora Jerzego Sikorskiego pojawiła się jedna informacja, sugerująca takie błędne rozumienie i z którą trudno się zgodzić. Konkretnie chodzi o problem zjawiska Dopplera. Wprawdzie tradycyjnie właśnie to zjawisko obarcza się odpowiedzialnością za „kosmologiczne przesunięcie ku czerwieni”, ale w kontekście „sensu odległości we Wszechświecie” jest zupełnie oczywiste, że takie zjawisko, jakie znamy z „normalnej” fizyki, nie może być odpowiedzialne za kosmologiczne przesunięcie ku czerwieni. Pomijając już to, że zjawisk Dopplera dotyczących zmiany długości fali jest co najmniej dwa (akustyczne i optyczne), a nawet trzy (poprzeczne zjawisko występujące w Szczególnej Teorii Względności), Hubble’owskie, czyli kosmologiczne przesunięcie ku czerwieni ma w stosunku do zjawiska Dopplera zupełnie inne własności. Wynika to w dość oczywisty sposób z faktu, że odległości we Wszechświecie mają inny sens niż odległości używane w lokalnej fizyce, czyli z tematu artykułu Profesora. Tak jak to napisał prof. Sikorski, odległość większa niż odpowiadająca przesunięciu ku czerwieni kilka dziesiątych ma istotnie inny sens od „normalnej” odległości. Tym samym i pochodne takich odległości nie mają sensu zwykłej prędkości. Oczywiście

można precyzyjnie zdefiniować, co chcemy w danym momencie nazwać odległością i czasem (z pojęciem czasu jest dokładnie ta sama komedia jak z odległością!) i wtedy dokonać odpowiedniego przejścia granicznego, nazywając wynik „prędkością”. Jednak jest zupełnie oczywiste, że uzyskana w ten sposób „prędkość” będzie miała własności równie drastycznie różne od „normalnej” prędkości, jak odległości kosmologiczne są różne od odległości, do których jesteśmy przyzwyczajeni. W szczególności jeżeli zdefiniujemy odległość generowaną przez współrzędne, zwaną odległością współrzędnościovą (dla punktów leżących na jednym promieniu jest nią różnica współrzędnych radialnych) w układzie odniesienia, w którym promieniowanie tła jest izotropowe, a czas jako czas kosmiczny (czas w tym układzie współrzędnych¹), to odpowiednia pochodna może mieć dowolną wartość, czyli nie jest na nią nałożone ograniczenie wynikające z STW. Sens tego pojęcia „prędkości” jest bardzo fizyczny i zupełnie prosty. Jeżeli mamy dwa punkty oddzielone pewną odległością, np. dwie odległe galaktyki (których prędkości własne zaniedbujemy), to w pewnym momencie czasu (kosmicznego) układ współrzędnych definiuje odległość między nimi. A ponieważ Wszechświat się rozszerza, to tak zdefiniowana odległość rośnie (o czym pisze prof. Sikorski). Wzrost tej odległości w czasie to właśnie prędkość „ucieczki galaktyk”. Jeżeli Wszechświat rozszerza się jednorodnie (w każdym punkcie tak samo), to oczywiście zdefiniowana „prędkość” jest proporcjonalna do odległości, czyli mamy prawo Hubble'a. A biorąc odpowiednio dużą odległość, uzyskamy dowolnie dużą „prędkość”. Jak dużą, by przekroczyć prędkość światła, zależy od szybkości ekspansji, czyli stałej Hubble'a. Obecną wartość takiej odległości można obliczyć z prawa Hubble'a, przyjmując obecną wartość stałej (60÷70 km/s/Mpc)

$$c = H \cdot l \Rightarrow l = \frac{c}{H} \approx 5 \cdot 10^3 \text{ Mpc} \approx 15 \text{ Mly}$$

Sens tej odległości jest oczywisty — dwa ciała odległe o tę odległość nie mogą być wzajemnie obserwowane, gdyż odległość między nimi rośnie szybciej niż prędkość światła. Oznacza to, że znajdują się „pod horyzontem”.

Oczywiście w danym momencie czasu kosmicznego. Jeżeli Wszechświat spowalnia swoją ekspansję, to ciała początkowo znajdujące się pod horyzontem wyłaniają się spod niego — z czasem (oczywiście kosmicznym) widzimy coraz więcej obiektów. I tak przedstawiano sytuację do niedawna. Jeżeli jednak Wszechświat zwiększa prędkość ekspansji, to początkowo widoczne obiekty „chowają się” pod horyzontem. Zjawiska związane z kosmicznym horyzontem są bardzo interesujące, a ogólnie rzeczą biorąc, przypominają te występujące w przypadku horyzontu czarnych dziur. Mamy więc i „zamieranie ruchu”, i promieniowanie odpowiadające „promieniowaniu Hawkinga”. Jak z tego widać, nie można jednak prędkości ucieczki galaktyk traktować relatywistycznym wzorem na składanie prędkości. Tym samym wzory (1) i (1a) z artykułu prof. Sikorskiego są niepoprawne — ten rodzaj prędkości nie podlega transformacji Lorenza (w istotny sposób należy do Ogólnej, a nie Szczególnej Teorii Względności), a zjawisko przesunięcia ku czerwieni ma charakter globalny, a nie lokalny, jak to jest w przypadku „zwykłego” zjawiska Dopplera. Dokładny wzór na kosmologiczne przesunięcie ku czerwieni ma postać

$$z = \frac{R(t_a)}{R(t_e)} - 1 \quad (*)$$

Wzór wygląda nieco skomplikowanie, ale jego sens jest zupełnie prosty. Przesunięcie ku czerwieni mierzone w chwili obserwacji odległej galaktyki (w momencie t_a absorpcji fotonu w przyrządzie pomiarowym, czyli obecnie) jest równe stosunkowi rozmiarów w chwili obecnej (czynnik skali $R(t_a)$) i w chwili emisji (czynnik skali $R(t_e)$) minus jeden. Zauważmy dwa istotne fakty. Po pierwsze we wzorze opisującym przesunięcie ku czerwieni żadnej pochodnej czasowej nie ma, a więc trudno wiązać zjawisko z zależnym od prędkości przesunięciem Dopplera, niezależnie czy to podłużnym, czy poprzecznym. Po drugie wzór zachowuje zupełnie oczywisty sens dla każdej wartości „zeta”. Jeżeli mówimy, że przesunięcie promieniowania tła wynosi 3000, to oznacza, że w chwili jego emisji Wszechświat był trzy tysiące (plus jeden) razy mniejszy. Powyższy wzór nie jest oczywiście niczym oryginalnym, a jego wyprowadzenie (dla częstości) znajdziemy, np. w podręczniku Landau i Lifszica na s. 414-415 (*Teoria pola*, wyd. 2)² wraz z przybliżeniem dla małych odległości, czyli prawem Hubble'a. Próbę wyprowadzenia w drugą stronę (z oczywistych względów dość nieudolną), czyli od prawa Hubble'a i zjawiska Dopplera znajdziemy w książce Liddle'a na s. 39-40³ (*Wprowadzenie do kosmologii współczesnej*).

Pozostaje wyjaśnić dwa problemy. Po pierwsze, czy przekraczanie prędkości światła przez uciekające galaktyki narusza STW, a po drugie, czy podkreślanie niepoprawności interpretacji dopplerowskiej przesunięcia linii widmowych wynikających z ucieczki galaktyk jest tylko problemem ideologicznym. Gdyby to ostatnie było prawdą, to cała powyższa opowieść byłaby tylko nic nie znaczącym bełkotem. Jednak łatwo zauważać, że wzór (*) przewiduje zmianę długości fali świetlnej nawet wówczas, gdy światło biegnie między punktami, których odległość nie ulega zmianie. I nie jest trudno wymyślić odpowiedni eksperyment weryfikujący to zachowanie. Można na przykład wziąć ląćkę optyczną o określonej i niezmiennej długości z „idealnym” zwierciadłami na końcach. Wpuszczając wiązkę światła między te zwierciadła zgodnie z wzorem (*), zauważamy zmianę długości fali odbijającej się między zwierciadłami, podczas gdy w ideologii zjawiska Dopplera niczego takiego nie zaobserwujemy. Nie jest trudno podać astronomiczną i realizowaną w praktyce wersję tego eksperymentu. Praktycznie ów eksperyment realizują układy ciał związanych grawitacyjnie, takie jak gromady galaktyk. Idealną wersją „ławy optycznej” jest np. para identycznych galaktyk biegących po odpowiednio obszernej orbicie kołowej. Oczywiście ich wzajemna odległość nie ulega zmianie (z dokładnością do oddziaływanie z ekspandującą „resztą Wszechświata”), a obserwacja jednej z nich z tej drugiej wykaże przesunięcie ku czerwieni. W praktyce to zjawisko jest obserwowane w układach związanych galaktyk. Tym samym jest zasadne twierdzenie, że wzór (*) jest zweryfikowany doświadczalnie. Pozostaje wyjaśnić problem związku „prędkości ucieczki galaktyk” z STW. Sprawa jest

dość oczywista (i dobrze wyjaśniona, np. w podręczniku Liddle'a). Prędkości, o których mówi STW, to prędkości, którymi coś się porusza i przenosi informację. Oczywiście narastanie przestrzeni między dwoma obiektami niczego nie przenosi i sytuacja jest zbliżona do tej, z jaką mamy do czynienia w przypadku prędkości fazowych, które, jak wiadomo z elementarnych podręczników, mogą dowolnie przekraczać prędkość światła w próżni.

¹ Do pewnego stopnia jest nieprawdą to, co napisano powyżej o czasie — „czas kosmiczny” jest bardzo bliski naszej intuicji dotyczącej czasu i w praktyce podkreślanie, że chodzi właśnie o ten rodzaj czasu, powoduje zwykle u Czytelnika pewną konsternację. Stąd wielu popularyzatorów rezygnuje z tego pojęcia, pisząc po prostu o czasie. Jak długo nie zastanawiać się nad własnościami transformacyjnymi tej wielkości, czyli na poziomie fizyki newtonowskiej, nie ma problemu, jednak w ten sposób powstaje dość schizofreniczna sytuacja, gdy kosmologię, dziedzinę par excellence relatywistyczną, traktuje się po newtonowsku. To bodaj główny zarzut do skąpania bardziej dobrego podręcznika Liddle'a (p. L. Sokołowski *Postępy Fizyki* 52,5 r. 2001).

² Wyprowadzenie wzoru w „landauowskiej ideologii” jest zaskakująco proste. Zakładając postać metryki, w której Wszechświat eksplanduje izotropowo

$$ds^2 = c^2 dt^2 - R^2(t) dx^2$$

gdzie R oznacza czynnik skali zależny od czasu kosmicznego t , a x „część przestrzenną” metryki, oraz niezmienna stały uniwersalnych, otrzymujemy, że dla „zerowej krzywej”, czyli biegu światła

$$c^2 dt^2 = R^2(t) dx^2$$

czyli czas (różnica czasów) jest proporcjonalny do czynnika skali, a więc stała prędkość światła (założenie, że stałe uniwersalne nie ulegają zmianie) jest równa długości fali λ podzielonej przez okres drgań T , czyli w momencie emisji i absorpcji fotonu obowiązuje równanie

$$c = \frac{\lambda_e}{T_e} = \frac{\lambda_a}{T_a} \Rightarrow \lambda_a = \lambda_e \frac{T_a}{T_e} = \lambda_e \frac{R(t_a)}{R(t_e)}$$

Z definicji przesunięcie ku czerwieni jest opisane wzorem

$$z = \frac{\lambda_a - \lambda_e}{\lambda_e}$$

Zapis λ_e w mianowniku znów oznacza, że stałe uniwersalne nie ulegają zmianie w historii Wszechświata — emitowany z odległej galaktyki foton ma oczywiście tę samą długość co foton współcześnie uzyskany w laboratorium (dla tej samej linii widmowej).

Podstawiając uzyskany powyżej związek między długościami fal do definicji przesunięcia ku czerwieni, uzyskujemy poszukiwany związek między przesunięciem ku czerwieni a ilorazem czynników skali

$$z = \frac{\lambda_a - \lambda_e}{\lambda_e} = \frac{\lambda \cdot \frac{R_a}{R_e} - \lambda_e}{\lambda_e} = \frac{R_a}{R_e} - 1$$

Bez wysiłku uzyskujemy również wzór na prawo Hubble'a. Rozwijając w szereg Taylora czynnik skali wokół wartości w chwili emisji, mamy

$$R_a = R_e + \dot{R}_e \Delta t,$$

gdzie kropka oznacza różniczkowanie po czasie, czyli

$$z = \frac{R_e + \dot{R}_e \Delta t}{R_e} - 1 = 1 + \frac{\dot{R}}{R} \Delta t - 1 = H \Delta t$$

gdzie w ostatnim wzorze opuszczono indeksy (bo $R_e = R_a$) i wprowadzono standardowe oznaczenie stałej Hubble'a ($H = \dot{R}/R$). Mnożąc ostatni wzór przez prędkość światła, otrzymujemy znana postać prawa Hubble'a ($c \cdot \Delta t = l; z \cdot c = v$).

$$v = H \cdot l.$$

Warto przy okazji zwrócić uwagę na dwa fakty. Po pierwsze tak uzyskane prawo Hubble'a jest przybliżeniem dla małych odległości i jest słuszne wówczas, gdy odległość przebyta przez foton jest równa (w przybliżeniu) odległości współrzędnościowej. Sens fizyczny tych dwóch wielkości jest jednak zasadniczo różny. Pierwsza jest częścią przestrzenną wektora zerowego, a druga jest wektorem przestrzennym. Utożsamienie tych wielkości jest możliwe, gdy w trakcie „biegu światła” zmianę rozmiarów Wszechświata można pominać, a więc gdy wspomniane opuszczenie indeksów jest usprawiedliwione. Po drugie prawo Hubble'a wyprowadzone w artykule prof. Sikorskiego (wzór 1.4a) dotyczy odległości współrzędnościowej i oczywiście jest „dokładne”. Jednak łatwo zauważyc, że formalnie ta odległość nie jest obserwowały. To ostatnie jest oczywiste choćby i stąd, że jest to odległość między punktami czasoprzestrzennymi w tym samym momencie czasu kosmicznego.

³ Bardzo pouczające jest zrozumienie, jak można uzyskać wzór na kosmologiczne przesunięcie ku czerwieni, wychodząc od zjawiska Dopplera. Otóż trzeba w tym celu założyć, że rozważamy bieg światła między bliskimi, teoretycznie nieskończonymi bliskimi obiektami. W „ferworze walki” (z materiałem problemu) Liddle pisze: „Obiekty przedstawiono tu jako galaktyki (w książce na rysunku), ale tak naprawdę mamy na myśli bliskie punkty”. Oczywiście to znaczna przesada. „Fizyczna nieskończoność” (mała lub wielka!) to z zasady całkiem dobrze określona skończona wartość. Tak jak w fizyce atomowej kilka angströmów to „nieskończoność daleko”, tak tu „nieskończoność blisko” to dziesiątki megaparseków, więc całkiem spora odległość międzygalaktyczna. Tak naprawdę, jak widać z powyższego wyprowadzenia, „nie-

skończenie mała odległość” to taka odległość, do jakiej można stosować prawo Hubble'a w „zwykłej” postaci, albo inaczej odległość, do jakiej zachowuje sens „zwykła odległość”.

A wyprowadzenie (wg Liddle'a) wygląda tak:

Korzystamy z prawa Hubble'a

$$d\bar{v} = \frac{\dot{R}}{R} dr$$

oraz wzoru na przesunięcie Dopplera

$$\frac{d\lambda}{\lambda} = \frac{dv}{c},$$

gdzie $d(\dots)$ oznacza oczywiście różnicę (różniczkę) wielkości poprzedzonej literą d .

Teraz musimy użyć wspomnianego założenia o „stosowności zwykłego pojęcia podległości” (i prędkości), pisząc

$$dt = \frac{dr}{c},$$

czyli zakładając, że w czasie biegu światła odległość dr nie uległa zmianie. Wówczas

$$\frac{d\lambda}{\lambda} = \frac{\dot{R}}{R} \frac{dr}{c} = \frac{\dot{R}}{R} dt = \frac{dR}{R}.$$

Oczywiście, aby podstawić „prędkość Hubble'a” do wzoru Dopplera, trzeba założyć, że mamy do czynienia z zwykłą prędkością, albo inaczej mówiąc założyć, że można w inertjalne układy współrzędnych związane z dwoma połączonymi biegiem fotonu obiektami (galaktykami) połączyć transformacją Lorenza. To ostatnie w OTW jest z zasady niemożliwe i stanowi istotną różnicę między Szczególną a Ogólną Teorią Względności. Traktując powyższą równość jak równanie różniczkowe, znajdziemy

$$\ln \lambda = \ln R + const.,$$

czyli λ jest proporcjonalne do czynnika skali R , co można uznać za wyprowadzenie wzoru (*). Oczywiście w wyprowadzeniu dokonano sporo założeń jawnie nierealistycznych, jednak uzyskany wzór jest poprawny, a jego interpretacja fizyczna oczywista — wzór (*) możemy uzyskać, sumując „dopplerowskie” przyczynki do całkowitego przesunięcia ku czerwieni, w wyniku czego „prędkość” zostają wysumowane tak, by uzyskać „odległość”. Z tego powodu w ostatecznym wzorze żadna pochodna czasowa odległości nie występuje. Łatwo jednak zauważyc, że sumujemy przyczynki nierelatywistyczne, czyli znowu „relatywistyczne zjawisko Dopplera” jest zębne.

Jerzy Kuczyński jest doktorem astronomii, pracownikiem Planetarium Śląskiego w Chorzowie

Promieniowanie decymetrowe Jowisza

Tomasz Kamiński

Wstęp

Mimo że historia radioastronomii sięga roku 1931, jednak badania radiowe planet na dobre rozpoczęły się dopiero w roku 1955. Niepełne półwiecze, dzierające nas od tej daty, wystarczyło na zgromadzenie ogromnej liczby danych, wyjaśnienie wielu zdziwiających zjawisk oraz na postawienie trudnych pytań, które wciąż czekają na swoje odpowiedzi. Jednym z ciekawszych problemów radioastronomii planetarnej było — i wciąż pozostaje — wyjaśnienie źródeł pochodzenia promieniowania radiowego Jowisza, który jako radioźródło pod względem jasności na ziemskim niebie, ustępuje jedynie Słońcu (patrz rys. 1). Choć wydawać by się mogło, że współczesne badania radiowe skupią się głównie na analizie promieniowania dalekich galaktyk, gwiazd i materii międzygwiezdowej, to Jowisz wciąż stanowi obiekt, w kierunku którego są kierowane anteny nie tylko wielkich obserwatoriów, ale także, mniejsze lub większe, anteny w przydomowych ogródkach radioastronomów amatorów. Także sondy międzyplanetarne, wysypane w kierunku tej ogromnej planety, zaopatrywane w odpowiednią aparaturę, mają przybliżyć nam odpowiedź na pytanie, jakie procesy fizyczne odpowiadają za radiową naturę Jowisza.

Odkrycie

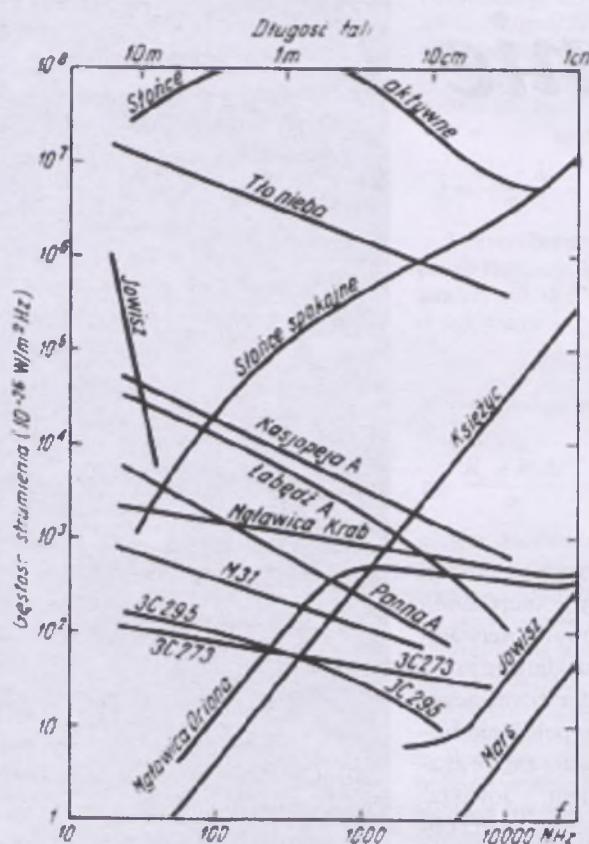
Wspomniany rok 1955, uznawany za początek radioastronomii planetarnej, wiąże się ściśle właśnie z Jowiszem. Na początku tego roku, w obserwatorium Instytutu Carnegiego pod Waszyngtonem, dokonywano przeglądu nieba na częstotliwości 22,2 MHz, za pomocą krzyża

Millsa. Na wielu nagraniach obserwacji dostrzeżono ślady emisji, której charakter początkowo sugerował obserwatorom (B. Burke i K. L. Franklin), że jest to zakłócenie pochodzenia ziemskiego. Kiedy jednak określono położenie źródła tych sygnałów, okazało się, że zgadza się ono z położeniem... Jowisza! Była to nie lada niespodzianka dla obserwatorów.

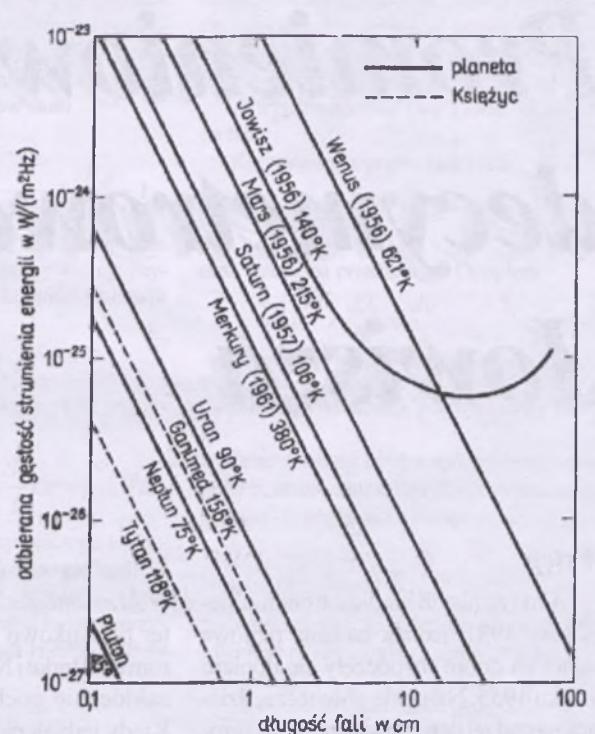
Promieniowanie to określono jako sporadyczne, intensywne i charakteryzujące się dużą zmiennością, w czym bardzo przypominało zakłócenia powodowane przez burze atmosferyczne. Obserwowano je na falach o częstotliwościach mniejszych niż ~40 MHz, aż po dostępny kraniec okna radiowego. Ze względu na to, że zakres ten odpowiada falom długości rzędu 10 m, nazwano je dekametrowym (dalej nazywane DAM).

Odkrycie emisji radiowej Jowisza na falach dekametrowych wzbudziło zainteresowanie astronomów radiową naturą planet. Zaczęto badać całe dostępne widmo radiowe tych obiektów i szybko się okazało, że w zakresie mikrofal czeka na badaczy Jowisza kolejna niespodzianka.

Jak każde ciało o temperaturze wyższej od zera bezwzględnego, Jowisz powinien wysyłać szerokie pasmo promieniowania termicznego. Na podstawie znajomości przebiegu widma jesteśmy w stanie, na podstawie prawa Plancka, określić temperaturę równoważną ciała. W praktyce temperaturę tę wyznacza się jednak nie na podstawie znajomości całego widma, ale na podstawie znajomości jedynie jego fragmentu. Temperatury równoważne T_{eff} dla planet określono opierając się na danych



Rys. 1. Widma typowych radioźródeł ziemskiego nieba. Na falach o małych częstotliwościach Jowisz jest jednym z najsilniejszych obiektów. Promieniowanie planety w zakresie 40–4000 MHz jest bardzo słabe i stąd luka w widmie



Rys. 3. Przebieg widm planet i kilku satelitów, zgodny ze stanem wiedzy na początku lat 60. (rok wyznaczenia temperatury dla kilku obiektów podano w nawiasach). Wszystkie krzywe odnoszą się do najmniejszej odległości obiektu od Ziemi (nie dotyczy to Merkurego, dla którego krzywa odpowiada jego położeniu w największej odległości kątowej od Słońca). Część widma Jowisza ma wyraźnie nietermiczny charakter

obserwacyjnych otrzymanych w podczerwieni. W ten sposób wyznaczona wartość T_{eff} dla Jowisza wynosi $T_{eff} = 130$ K. Wielkość tę interpretowano jako temperaturę związaną ze zjawiskami termicznymi w górnym warstwie atmosfery planety.

Pierwsze próby pomiaru temperatury na częstotliwościach radiowych potwierdziły ten wynik: w 1956 r. Mayer, McCullough i Sloanker dokonali detekcji promieniowania termicznego Jowisza na falach długosci 3 cm, uzyskując wartość 140 ± 56 K. Dalsze obserwacje, gdy Jowisz znajdował się w pobliżu opozycji w 1957 r., pozwoliły poprawić tę dokładność, dając wartość 145 ± 26 K. Zaskoczeniem były wyniki dalszych pomiarów, dokonywanych na falach dłuższych. Dla $\lambda \sim 10$ cm otrzymano już $T_{eff} = 600$ K. Początkowo próbowało wartość tę interpretować jako temperaturę warstw atmosfery Jowisza sąsiadujących z tymi obserwowanymi przez teleskopy optyczne, jednak musiano taką interpretację szybko zarzucić, gdy określono wartość temperatury równoważnej Jowisza dla fal jeszcze dłuższych:

$$\begin{aligned}\lambda = 20 \text{ cm: } T_{eff} &= 3000 \text{ K} \\ \lambda = 30 \text{ cm: } T_{eff} &= 5500 \text{ K.}\end{aligned}$$

Dodatkowo, jeśli wierzyć pomiarom Drake'a i Hvatura, to:

$$\lambda = 68 \text{ cm: } T_{eff} = (7 \pm 3) \times 10^4 \text{ K.}$$

Są to niebywałe wartości! Jedyną znaną strukturą w całym Układzie Słonecznym o podobnej temperaturze jest fotosfera naszej dziennej gwiazdy (6000 K), a ostatniej z podanych wartości odpowiada temperatura atmosfer gwiazd, powszechnie uznawanych za bardzo gorące. Badacze byli więc zmuszeni poszukać mechanizmu innego niż procesy termiczne, który tłumaczyłby przebieg mikrofalowego widma Jowisza.

Niezwykłość obserwowanych zjawisk w tym przedziale częstotliwości podkreśla fakt, że podobnej aktywności nie obserwowało wówczas dla żadnej z pozostałych planet. Mikrofalowe widma tych obiektów i kilku księżyców prezentowane na rys. 3. Widma te mają przebieg zgodny z rozkładem Rayleigha-Jeansa, który w dobrym przybliżeniu opisuje na częstotliwościach radiowych promieniowanie

ciała doskonale czarne. Nieliniowy przebieg relacji strumień — gęstość dla Jowisza, jak widać, jest w świecie planet zjawiskiem osobliwym i prowadzi do wniosku, że promieniowanie docierające z kierunku Jowisza musi zawierać, oprócz składowej termicznej, dodatkowy komponent nietermiczny.

Badając wnikliwie widmo Jowisza na tych częstotliwościach określono, że składowa nietermiczna stanowi dominującą część promieniowania dla fal dłuższych niż 7 cm. Aktywność radiowa Jowisza tego rodzaju jest notowana na falach dłuższych — ogólnie rzecz ujmując — rzędu 10 cm, czyli decymetrów i stąd często określana jest akronimem DIM.

Promieniowanie deka- a decymetrowe

Należy podkreślić istnienie zasadniczych różnic między aktywnością na falach decymetrowych (DIM) a emisją dekametrową (DAM). Przypomnijmy, że na tych ostatnich dokonano odkrycia emisji radiowej jako takiej. Rys. 1 prezentuje widma typowych radioźródeł dla dostępnego z Ziemi przedziału

częstości radiowych, zwanego oknem radiowym. Widać, że widmo Jowisza dzieli się zasadniczo na dwa oddzielne fragmenty, przypadające na fale długości rzędu 10 m (DAM) i 10 cm (DIM). Dla zakresu częstości ~40 MHz — 4 GHz strumień energii docierających fal elektromagnetycznych jest na tyle słaby, że go nie rejestrujemy.

Rzucającą się od razu w oczy różnicą między obiema formami aktywności są wartości charakteryzujących je strumienie. Podczas gdy na falach dekametrowych wielkość ta osiąga wartości nawet 10^6 Jy (ale rejestrano też wielkości dwa razy większe), to na falach decymetrowych strumień ma wartość kilku Jy (co, bynajmniej, nie oznacza w radioastronomii wartości małe!). Różnica między DIM a DAM jest jednak jeszcze bardziej zasadnicza: aktywność na falach dekametrowych ma charakter sporadycznych, krótkotrwałych wybuchów i stąd określana jest często burzami radiowymi. Promieniowanie na falach decymetrowych ma natomiast charakter ciągły. Ciągły w tym sensie, że jego struktura czasowa jest względnie stała.

Choć obydwie formy emisji prowadzą do ciekawych zjawisk fizycznych, to w dalszej części zajmiemy się wyłącznie promieniowaniem decymetrowym, a więc, jego składową nieterminiczną.

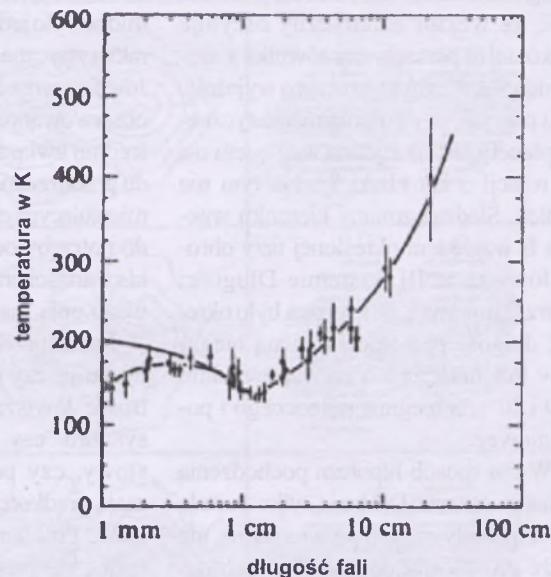
Droga do rozwiązania zagadki pochodzenia emisji DIM

Pierwsi badacze radio-Jowisza, którzy próbowali wyjaśnić pochodzenie promieniowania DIM, stanęli przed zadaniem niełatwym. Zjawisko radioemisji musiało wiązać się z niezwykle wysokoenergetycznymi procesami i nie miało żadnego bezpośredniego odpowiednika w Układzie Słonecznym.

Przypomnijmy, że pierwsze obserwacje i analizy promieniowania decymetrowego przypadają na koniec lat 50., kiedy człowiek zaczął wysyłać pierwsze satelity. Fakt ten umożliwił obserwację zjawisk niedostępnych z powierzchni Ziemi. Obiekty, które można byłodzić temu badać, były nie tylko ciała bardzo odległe, ale także sama Ziemia. Wyniesienie aparatury badawczej poza jonasferę pozwoliło między innymi odkryć jej pasy radiacyjne, zwane pasami Van Allen (1958 r.), a idea poruszających się w polu magnetycznym Ziemi częstek została niebawem odniesiona do zjawisk obserwowanych w widmie radiowym Jowisza.

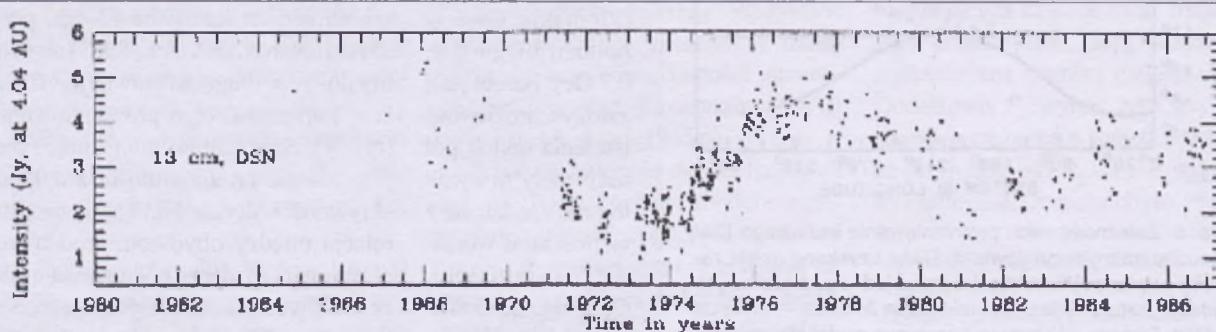
Teorie stworzone w 1959 r. przez Drake'a i Hvatum (ale także Roberts i Stanley, Field), sugerowały, że promieniowanie decymetrowe pochodzi nie bezpośrednio z tarczy planety, ale z pasa otulającego planetę, analogicznego do ziemskich pasów Van Allena. Promieniować miały głównie elektrony uwięzione w jowiszowym polu magnetycznym. Gdyby tak istotnie było, obserwator z Ziemi powinien móc dostrzec szereg efektów: promieniowanie to musiałoby dochodzić z obszaru większego niż tarcza planety i musiałoby ono być silnie spolaryzowane liniowo.

W celu sprawdzenia hipotezy w 1960 r., Roberts i Radhakrishnan do-



Rys. 2. Obserwacyjnie określone wartości temperatury równoważnej Jowisza dla mikrofal. Dla promieniowania decymetrowego widać wyraźny wzrost tej temperatury z długością fali

konali obserwacji promieniowania DIM za pomocą interferometru, który na fali 31,3 cm pozwalał osiągać zdolność rozdzielczą nawet 2' łuku. Dane wyraźnie dawały do zrozumienia, że mikrofalowy strumień Jowisza pochodzi nie z obszaru związanego bezpośrednio z tarczą samej planety, ale z obszaru trzykrotnie większego niż jej średnica w płaszczyźnie równika planety i, mniej więcej, tych samych rozmiarów, co tarcza Jowisza w płaszczyźnie bieguna. Ten sam instrument mógł działać także jako polarymetr i pozwolił stwierdzić, że promieniowanie jest silnie spolaryzowane liniowo (w stopniu 0,3). Zgadzało się to doskonale z tym, co przewidywała hipoteza istnienia pasa radiacyjnego. Co więcej, zauważono, że kierunek wektora elektrycznego \mathbf{E} jest, z dokładnością do kilku stopni, równoległy do równika Jowisza. Równoważne obserwacje



Rys. 4. Długookresowa zmienność promieniowania decymetrowego na fali długości 13 cm dla lat 1960-87. Dane, zredukowane do odległości Jowisza od Ziemi 4.04 A.U., zebrane dzięki NASA Deep Space Antennas

(Berg i Morris, 1962) pozwoliły stwierdzić, że wektor elektryczny oscyluje wokół tejże płaszczyzny równika z amplitudą $9 \pm 3^\circ$. Efekt ten łatwo wyjaśnić, jeśli przyjąć, że oś dipola magnetycznego planety jest nachylona względem osi jej rotacji o kąt bliski 9° . Na tym nie koniec. Śledząc zmiany kierunku wektora **E** względem określonej fazy obrotu Jowisza w III Systemie Długości (patrz Ramka na s. 68), można było określić długość planetocentryczną bieguna magnetycznych na odpowiednio 200 i 20° dla bieguna północnego i południowego.

W ten sposób hipoteza pochodzenia promieniowania DIM nie tylko została we wspaniałym sposobie potwierdzona, ale także prowadziła do dodatkowych danych na temat struktury pola.

DIM — promieniowanie cyklotronowe synchrotronowe?

Sukces ten nie rozwiązywał jednak wszystkich problemów interpretacyjnych związanych z promieniowaniem

DIM. Na podstawie dostępnych danych trudno było jednoznacznie wyjaśnić charakterystyczne zmiany rozmiarów radio-Jowisza wraz z częstością fali, na jakiej obserwowano. Problem ten jest bezpośrednio związany z określeniem rozkładu przestrzennego i energetycznego promieniujących cząstek, co z kolei prowadzi do potrzeby odpowiedzi na pytanie, jakie wartości przyjąć na indukcję jowiszo-wego pola magnetycznego.

Już na przełomie lat 50. i 60. podjęto dyskusję, czy promieniowanie decymetrowe Jowisza jest promieniowaniem synchro- czy cyklotronowym, innymi słowy, czy promieniujące elektrony mają prędkości relatywistyczne czy też nie... Problem nie był łatwo rozstrzygalny, ale ostatecznie argumenty przeciw interpretacji DIM jako promieniowaniu cyklotronowemu okazały się zbyt mocne, by jej zwolennicy mogli dłużej obstawać za prędkościami nierelatywistycznymi (np. V. V. Zheleznyakov, 1965). Jeśli idea pochodzenia DIM od nierelatywistycznych elektronów była

by poprawna, to dla odległości $\sim 3R_J$, charakteryzującej położenie pasa radiacyjnego dla obserwacji na 20 cm, z odpowiednich reakcji (częstość Larmora) otrzymalibyśmy wartość na pole rzędu $H_0 \sim 500$ Oe, co koresponduje z wartościami pola w pobliżu powierzchni planety rzędu $1,5 \times 10^4$ Oe dla rejonów bliskich równikowi magnetycznemu i 3×10^4 Oe w pobliżu bieguna; są to wartości ogromne (ziemskie pole w pobliżu bieguna: 0,7 Oe). Nawet jeśli założyć możliwość istnienia takich pól dla planety, to wynik ten nie zgadza się z wartościami wcześniejszymi ustalonymi. Opierając się na analizie charakteru sporadycznej aktywności DAM określono

bowiem, że wartość pola dla $R \sim 3 R_J$ (promieni Jowisza) powinna wynosić jakieś 0,2 Oe! Dodatkowo pole o tak wielkim natężeniu, jak wspomniane wcześniej, powodowałoby depolaryzację promieniowania na falach dłuższych w wyniku efektu Faradaya, czego obserwacje nie potwierdzają. Należało więc przyjąć, że promieniowanie decymetrowe jest promieniowaniem synchrotronowym.

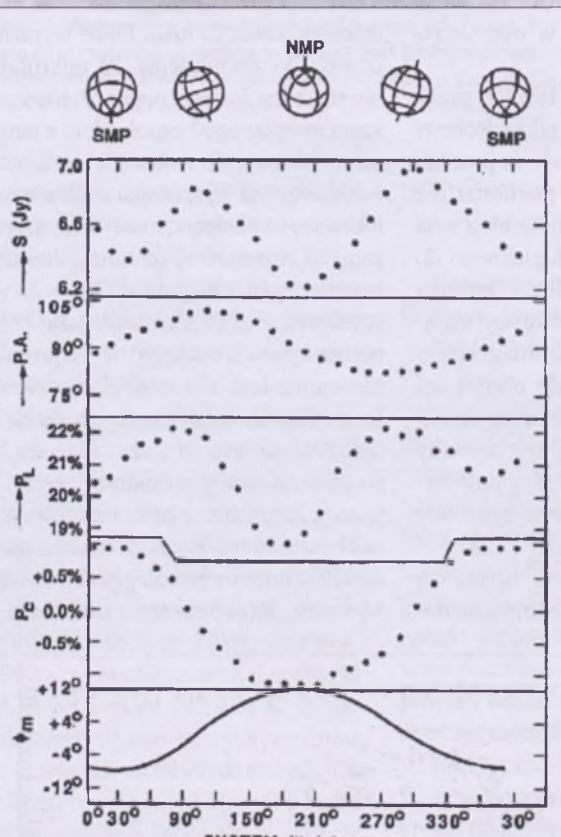
Badania bardziej współczesne

Dalszy postęp badań promieniowania DIM wiąże się nierozerwalnie z rozwojem technik obserwacyjnych. Ogromne tempo tego rozwoju umożliwiło zbadanie związanych z Jowiszem struktur subtelnego pod względem rozmiarów i wobec tego wymagających odpowiednio dużych kątowych zdolności rozdzielczych.

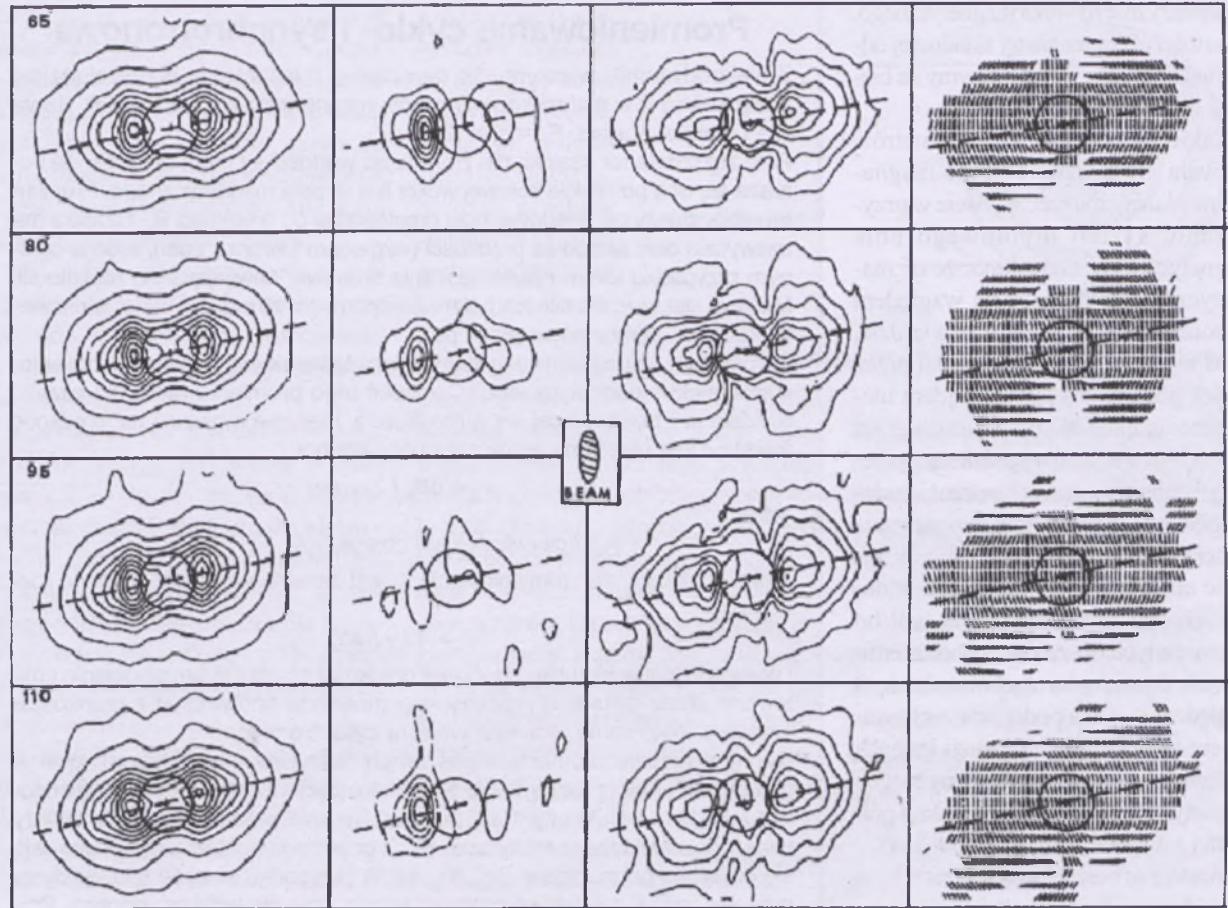
Nieocenionym źródłem informacji stały się wysłane w kierunku Jowisza międzyplanetarne sondy kosmiczne: Pioneer 10 i 11, Voyager 1 i 2, do niedawna jeszcze działający Galileo, Ulysses i „mijający” planetę w drodze do Saturna, Cassini. Sondy pozwoliły nie tylko na rejestrację promieniowania pozabawionego efektów wywoływanego przez ośrodek międzyplanetarny, ale dzięki magnetometrom, detektorom cząstek itp. pozwoliły także na bezpośrednie zbadanie struktur i obiektów, które związane z obserwowaną z Ziemi radioaktywnością Jowisza.

W dalszej części zostaną przedstawione jedne z ciekawszych, zdaniem autora, wyników współczesnych badań promieniowania decymetrowego, które jednocześnie dają ogólny obraz stosowanych metod badawczych i cech tego fragmentu widma Jowisza.

Długoletnie obserwacje promieniowania decymetrowego (np. prowadzone od 1971 r. monitoring w ramach programu Jupiter Patrol na 13 cm, przy użyciu anten NASA, JPL, DSN) pozwoliły dostrzec długookresową (miesiące, lata) zmienność tego promieniowania (rys. 4). Szczególnie interesujące jest porównanie tej zmienności z cyklem aktywności Słońca. Istnieje pewna korelacja między obydwooma rodzajami aktywności. Badacze podejrzewają także możliwość istnienia krótkookresowej (tygodnie, dni) zmienności promieniowania. Stwierdzono występowanie związku aktywności DIM z pewnymi



Rys. 5. Zależność cech promieniowania radioowego DIM od ruchu rotacyjnego Jowisza. Dane uzyskane dzięki zespołowi anten w Westerborku przez jednego z czołowych badaczy natury radiopromieniowania Jowisza — Imke de Patera. Obserwacje były wykonywane na fali długości 21 cm. Kolejne punkty pomiarowe odpowiadają zmianie fazy rotacji planety co 15° (szczegóły w tekście)



Rys. 6. Mapy radiowe Jowisza uzyskane dzięki obserwacjom w Westerborku (szczegóły w tekście)

parametrami wiatru słonecznego (np. gęstością plazmy), przy czym maksima tej aktywności Jowisza są przesunięte na osi czasu względem notowanych zmian parametrów wiatru słonecznego o kilka dni. Problem związku zmienności promieniowania synchrotronowego z aktywnością Słońca jest obecnie intensywnie badany.

Tak jak obserwacja z 1960 r. (Roberts i Radhakrishnan) pozwoliła ogólnie scharakteryzować pole magnetyczne Jowisza, tak późniejsze obserwacje cech promieniowania dostarczają danych do bardziej szczegółowego opisu geometrii (choć nie tylko) jowiszowego pola magnetycznego. Dzięki dokładnemu określeniu wielkości strumienia, parametrów polaryzacji oraz rozkładu przestrzennego oraz zmienności tych wielkości w czasie można budować modele wewnętrznej części magnetosfery planety*.

Przykładem analizy tego rodzaju jest badanie przebiegu zmienności parametrów polaryzacyjnych względem rotacji planety — czyli względem ruchu całej magnetosfery. Krzywe, przedsta-

wiające tę zależność określają się mianem *beaming-curves*. Przedstawia je rys. 5, gdzie: S to całkowity strumień promieniowania, P.A. określa kąt pozycyjny wektora elektrycznego fali elektromagnetycznej (liczony od północy i określony w ten sposób, że $P.A. = 1/2 \arctan(V/Q)$, V, Q — parametry Stokesa), a P_L i P_C oznaczają odpowiednio stopień polaryzacji liniowej i kołowej, przy czym polaryzacji lewoskrątnej odpowiadają wartości ujemne. Najniżej zamieszczona krzywa odzwierciedla zmienność szerokości Ziemi ϕ_m względem płaszczyzny równika magnetycznego Jowisza. Wszystkie krzywe określają zmienność danej wielkości względem długości południka centralnego w III Systemie Długości (1965.0).

Punktem wyjścia do analizy tych krzywych jest dipolarny model magnetosfery o osi silnie nachylonej do osi rotacji. Ponad wykresami znajdują się rysunki określające położenie magnetosfery dla obserwatora na Ziemi — zgodnie ze zmianą długości południka centralnego, gdzie NMP i SMP ozna-

czają odpowiednio północny i południowy biegun magnetyczny.

Sledząc przebieg krzywych, można zauważać, że maksimum wartości S i P_L oraz zerowa wartość P_C wypada dla $\lambda_{CML} \sim 100^\circ$ i 300° (λ_{CML} — długość południka centralnego), gdy $\phi_m \sim 0^\circ$, czyli wtedy gdy Ziemia znajduje się w płaszczyźnie równika magnetycznego. Główne minima S i P_L przyjmują dla $\lambda_{CML} \sim 200^\circ$, gdy ϕ_m ma swoje maksimum lub minimum, tj. wtedy gdy Ziemia znajduje się najdalej od płaszczyzny równika magnetycznego. Na podstawie powyższego można wysnuć następujący wniosek: najwięcej promieniujących cząstek musi znajdować się w płaszczyźnie, którą utożsamiamy z płaszczyzną równika magnetycznego. Dodatkowo, P_C wynosi zero, gdy P_L i S posiadają maksima, a wartości ekstremalne przyjmują, gdy P_L i S osiągają wartości minimalne. Oznaczałoby to, że nie ob-

* Jowiszowa magnetosfera sama w sobie jest obiektem niezwykle ciekawym, choćby ze względu na rozmiary. Te ostatnie bowiem pozwalają śmiało uznać ją za największy obiekt Układu Słonecznego: jest ona 22-krotnie większa od Słońca!

serwuje się polaryzacji kołowej, będąc w płaszczyźnie równika magnetycznego, a wartości ekstremalne tej składowej odpowiadają sytuacji, gdy patrzymy na bieguny dipola.

Takie zachowanie się parametrów pozwala stwierdzić, że pole magnetyczne planety ma rzeczywiście w przybliżeniu kształt dipolowego pola magnetycznego. Określono, że oś magnetyczna jest przesunięta względem osi rotacji o kąt 10° . Można stwierdzić, że oś tego dipola nie przechodzi przez środek planety, ale jest względem niego przesunięta o ok. $0,1 R_J$ na długości 140° ; obserwacja taka zgadza się z przewidywaniami teorii wewnętrznej budowy planety i mechanizmu powstawania planetarnych pól magnetycznych. Większość elektronów jest uwięziona w obszarach równika magnetycznego, bo głównie z tych obszarów pochodzi emisja (tak tłumaczymy zachowanie się S względem ϕ_m). Na podstawie zachowania się zmienności polaryzacji kołowej możemy stwierdzić, że północny biegun magnetyczny znajduje się na półkuli północnej i wypada on na długości 201° .

Warto zwrócić uwagę na rzecz jeszcze jedną: wielkości maksymów wartości strumienia nie są równe (podobnie minima) i istnieje pewne odstępstwo zmienności P.A. od krzywej sinusoidalnej dla długości większych niż 200° . Sugeruje to, że rozkład plazmy w pasie radiacyjnym jest asymetryczny. Zapostulowano w związku z tym istnienie w pasie plazmy gorącego regionu na długościach ok. $250\text{--}260^\circ$. Istnienie takiej struktury potwierdziły inne obserwacje.

Na rys. 5 prezentowane są radiowe obrazy Jowisza na falach 21 cm. Uzyskano je dzięki danym zebranym przez zespół anten w Westerborku w Holandii. Przedstawione mapy konturowe odpowiadają różnym fazom obrotu Jowisza. Odpowiednie wartości w III Systemie Długości (1965.0), odpowiadające tym fazom, są podane w lewym górnym rogu wykresów. Są one ułożone kolejno od góry do dołu, zgodnie z obrotem planety (pełen zestaw obejmujący całkowity obrót planety liczy 24 mapy). Natomiast wykresy w porządku poziomym kolejno od lewej do prawej odpowiadają: całkowitemu natężeniu promieniowania I, strumieniowi promieniowania spolaryzowanego kołowo P_L ; dalej ta sama wielkość dla polaryzacji liniowej i — na końcu —

Promieniowanie cyklo- i synchrotronowe

Z elektrodynamiki wiadomo, że na cząstkę o ładunku q , poruszającą się z prędkością v w makroskopowym polu magnetycznym o indukcji B , działa siła Lorentza postaci: $F_L = q(v \times B)$.

Pole zakrzywia tor cząstki, nie zmieniając wartości jej prędkości, tak, że porusza się ona po orbicie kołowej wokół linii sił pola magnetycznego. Promień tej orbity zależy od składowej pola prostopadłej do prędkości B_p . Cząstka ma zazwyczaj obie składowe prędkości (względem kierunku pola), więc w ogólnym przypadku torem cząstki jest linia śrubowa, nawijająca się na linie sił. Możliwe jest więc dla silnych pól magnetycznych, że ładunki będą „wiezione” w obszarze zajmowanym przez pole.

Poruszający się ruchem przyspieszonym ładunek jest źródłem promieniowania elektromagnetycznego. Częstość tego promieniowania dla cząstki o masie m i poruszającej się z prędkością znacznie mniejszą niż prędkość światła c jest określona przez częstość Larmora:

$$\nu_B = qB_p / 2\pi\gamma mc,$$

gdzie:

$$\gamma = 1 / \text{pierwiastek lub potęga } 1/2 [1 - (v^2/c^2)].$$

Można pokazać, że promieniowanie to jest zawarte wewnątrz stożka o rozwarcie:

$$\theta \approx 1/\gamma [\text{rad}]$$

i wysypane jest w kierunku chwilowej prędkości cząstki. Promieniowanie emitowane przez ładunki o prędkościach małych w porównaniu z prędkością światła c , nazywamy promieniowaniem **cyklotronowym**.

Cechy widmowe promieniowania synchrotronowego są zdeterminowane przede wszystkim przez energie promieniujących cząstek. Gdy są one odpowiednio duże i elektryny mają prędkości bliskie prędkości światła, należy uwzględnić efekty relatywistyczne. Obok częstości podstawowej ν_B pojawiają się częstości harmoniczne $2\nu_B$, $3\nu_B$ itd. W przypadku skrajnie relatywistycznym, tzn. gdy $v = c$, widmo promieniowania staje się widmem ciągłym. Promieniowanie tego typu, pochodzące od cząstek o prędkościach bliskich prędkości światła, nazywamy promieniowaniem **synchrotronowym**.

Cechą charakteryzującą promieniowanie **cyklo-** czy **synchrotronowe** jedynczego elektronu jest polaryzacja. Wielkość tej polaryzacji jest określona przez prędkość oraz kąt, jaki tworzy wektor tej prędkości z kierunkiem pola. W radioastronomii mamy raczej do czynienia nie z pojedynczym, ale wieloma promieniującymi elektronami. Wypadkowy sygnał, docierający do obserwatora, jest wtedy sumą przyczynków pochodzących od wielu cząstek. Jeśli rozkład wektorów prędkości poruszających się ładunków jest izotropowy, to na docierające promieniowanie składają się fale elektromagnetyczne o wszelkich możliwych kierunkach polaryzacji. Obserwator odbiera zatem promieniowanie niespolaryzowane. Jeśli jednak pole magnetyczne ma pewną uporządkowaną strukturę, to elektryny wysyłają promieniowanie o zbliżonym charakterze, a wypadkowy sygnał może być spolaryzowany. Łatwo wówczas odróżnić promieniowanie cyklo- lub synchrotronowe od termicznego

ilustracja kierunku pola magnetycznego wskazana poprzez określenie kierunku wektora elektrycznego E (jego kąta godzinnego P.A. pomniejszonego o 90°). Efektywny rozmiar wiązki instrumentu, czyli rozdzielcość zdjęcia ($4'' \times 10''$) jest pokazana w ramce środka. Dla polaryzacji kołowej kontury nakreślone linią przerywaną odpowiadają polaryzacji lewoskrętnej, natomiast liniami ciągłymi oznaczono kontury dla polaryzacji prawoskrętnej. Rejony najbardziej aktywne podkreślono poprzez pogrubienie trzech najgorętszych izoterm. Konturom odpowia-

dają wartości w kelwinach: dla I: 9,5 K, 65-1065 K w krokach co 125 K; dla polaryzacji kołowej: 1,9-21,5 K w krokach co 2,8 K; P_L : 9,5 K, 32, 65-325 K w krokach co 65 K.

Na kolejnym rysunku zaprezentowano obraz Jowisza, uzyskany przez VLA na podstawie obserwacji na fali długości 20 cm. Rozdzielcość tego zdjęcia jest dużo większa niż prezentowanych map konturowych (ok. $6''$ czyli $0,3 R_J$) i zawiera dużo więcej szczegółów.

Na obydwu rodzajach prezentowanych obrazów wyraźnie widać, że emisja jest ograniczona głównie do płaszczyzny

czyzny równika magnetycznego aż do odległości $\sim 4 R_J$. Wśród widocznych struktur zauważać można, że te odpowiadające obszarom o największej emisji występują zazwyczaj po obu stronach tarczy planety, co prowadzi znowu do stwierdzenia, że wewnętrz magnetosfery znajduje się pas o szczególnie dużej gęstości naładowanych cząstek.

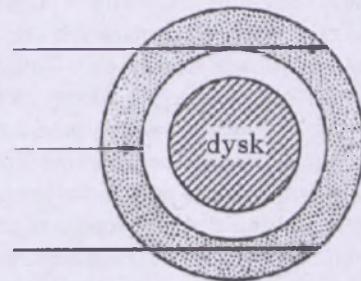
Rys. 8 jest widokiem z góry na taki modelowy pas; pozwala on łatwo zauważać, że, istotnie, idea istnienia torusa plazmy dobrze tłumaczy charakter obserwowanych struktur.

Z analiz innych obserwacji wynika, że średnia energia elektronów w pasie wynosi $\mathcal{E} \sim 60mc^2 \sim 30$ MeV. Dla porównania ta sama wielkość dla elektronów w ziemskich pasach Van Allena wynosi ~ 10 keV. Widać więc, że pas jest poważnym zagrożeniem dla wysyłanych w pobliże Jowisza sond kosmicznych (np. uszkodzona została aparatura sondy Pioneer).

Analizując obrazy bardziej wnikliwie, można też dostrzec, że owe struktury po przeciwnych stronach są prawie zawsze asymetryczne względem siebie,

tzn. dla większości prezentowanych obrazów struktura po jednej ze stron tarczy jest gorętsza od tej po drugiej stronie Jowisza. Śledząc przebieg zmian tych struktur, zachodzących wraz z rotacją planety, można zauważać, że sytuacji, gdy najgorętszy region

znajduje się na prawo od tarczy, odpowiada długość centralnego południka o 180° większa niż ta dla przeciwnego położenia struktury. Można to interpretować jako w przybliżeniu zgodny z rotacją Jowisza ruch jakiegoś określonego w długości, szczególnie gorącego regionu w pasie plazmy. Jest to ta sama struktura, której istnienie zostało już zasygnalizowane przy analizie *beaming-curves*. Dane dostarczone przez sondę Pioneer 11 potwierdziły te podejrzenia. Jest prawdopodobne, że region ten, oprócz ruchu zgodnego z rotacją Jowi-

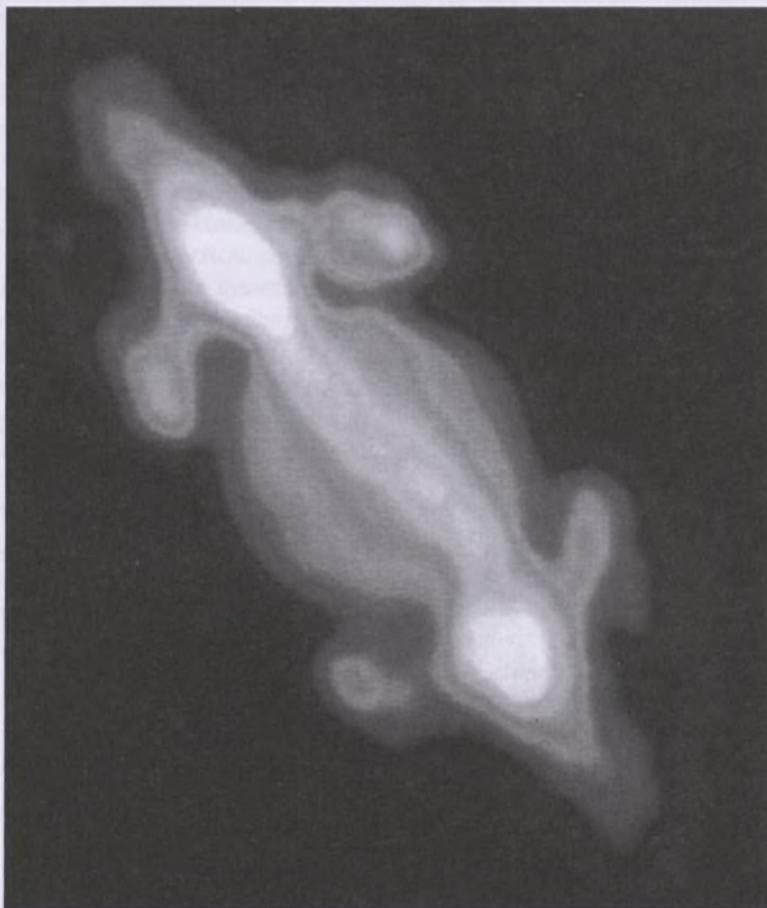


Rys. 8. Widok z góry na Jowisza i otaczający go pas plazmy

sza, może powoli poruszać się względem magnetosfery i dryfować poprzez długości. Określono, że strumień docierający z gorącego regionu stanowi $\sim 0,1$ składowej nietermicznej promieniowania DIM.

Wskazana asymetria świadczy o tym, że struktura magnetosfery nie odpowiada dokładnie polu dipola magnetycznego, ale istnieją w jej obrębie wyraźne niejednorodności, co pod tym względem upodabnia ją do ziemskiej magnetosfery.

Obrazy, uzyskane przez VLA, dzięki znacznie lepszej kątowej zdolności rozdzielczej instrumentu, doskonale potwierdzają wcześniej opisane zjawiska. Jak pokazuje przykład prezentowanej mapy radiowej (rys. 7), dodatkowo ujawniają one pewne drugorzędne rejonu silnej emisji radiowej na północ i południe od pasa radiacyjnego. Te lustrzane twory zdradzają obecność dużej liczby elektronów w obszarze $2-3 R_J$ od planety. Odpowiedź na pytanie, jak plazma opuściła pas radiacyjny i trafiła w te obszary, kryje się w stwierdzeniu, że ogromna magnetosfera Jowisza zawiera w sobie orbity wszystkich satelitów planety. W najbardziej wewnętrznej części tejże znajduje się słaby pierścień Jowisza ($\sim 1,8 R_J$) oraz Amaltea, okrążająca macierzystą planetę prawie dokładnie w płaszczyźnie jej równika i w odległości $\sim 2,5 R_J$ (czyli w takiej samej, na jakiej obserwujemy „wtórne” pasy radiacyjne). W swym ruchu orbitalnym Amaltea dwukrotnie przecina płaszczyznę równika magnetycznego, w wyniku czego absorbuje uwiezione tam wysokoenergetyczne cząstki. W zderzeniach są wynoszone w przestrzeń kolejne cząstki, które chwytyane przez pole magnetyczne Jowisza stają się komponentem plazmy **pasów radiacyjnych**. Obecność satelity wywołuje



Rys. 7. Mapa radiowa Jowisza na fali długości 20 cm (szczegółowy opis w tekście)

powstanie niejednorodności rozkładu gęstości elektronów, która może prowadzić do efektów pozwalających częstkom wydostawać się dalej poza okolice równika magnetycznego. Podobny efekt może wywoływać jowiszowy pierścień. Jego istnienie, zapewne silnie zdeterminowane obecnością pasa radiacyjnego i oddziaływanie z plazmą tego pasa jest problemem otwartym. Fakt istnienia pasów poza równikiem wydaje się być jednak jeszcze bardziej złożony i wiadomo, że oprócz oddziaływania z pyłem i satelitami, musi istnieć jeszcze inny mechanizm, który umożliwia powstanie i istnienie tych dodatkowych struktur.

Dokładne obserwacje VLA promieniowania decymetrowego pozwoliły stworzyć trójwymiarowy model pasów, który można znaleźć w Internecie (np. <http://astron.berkeley.edu/~imke/RadioPage/radio.htm>).

Dotychczasowe osiągnięcia w historii badań zjawiska promieniowania na falach dekametrowych pokazują przede wszystkim złożony charakter wewnętrznej części magnetosfery Jowisza. Choć ogólny mechanizm generacji DIM jest znany, to kwestie, np. rozkładu energii elektronów i ich źródła pozostają nie rozwiązane. Istotny jest więc postęp dokładności obserwacji, by móc tworzyć coraz lepsze modele magnetosfery Jowisza. Przeprowadzając symulacje komputerowe, bada się, jak owe modele można ulepszyć, by wartości parametrów S , P_L , $P_C(\dots)$ z tychże modeli wy-

Układy współrzędnych I, II oraz III

Cały Jowisz jest okryty grubą warstwą chmur, których układ i struktura ulega bardzo szybkim zmianom. Konstruując dla planety układ współrzędnych planetocentrycznych, nie wiążemy położenia głównego południka z jakimś elementem jego widocznej powierzchni (trudno byłoby bowiem taką strukturę znaleźć), ale zakładamy, że południk określający długość 0° znajduje się w środku tarczy Jowisza, w pewnej określonej chwili. Należy ustalić jeszcze czas rotacji układu i przyjąć, że porusza się ze stałą prędkością. Znając moment położenia południka 0° na środku widocznej tarczy, jesteśmy w stanie określić długość południka, który w wybranej chwili zajmuje to charakterystyczne położenie. Linię, dzielącą tarczę planety na połowy, nazywamy południkiem centralnym. Długość tegoż południka wciąż rośnie od 0 do 360° .

Obserwowany przez teleskopy optyczne ruch charakterystycznych pasów w jowiszowej atmosferze nie jest jednorodny — pasy poruszają się z różnymi prędkościami. Największe różnice występują między prędkościami pasów znajdujących się do około 10° od równika a wszystkimi innymi, położonymi od niego dalej. W związku z tym astronomowie optyczni przyjęli dwa układy długości: System I — odnoszący się do obszaru równikowego i rotujący z okresem $9^{\text{h}}50^{\text{m}}30^{\text{s}},003$ oraz System II, który odpowiada pozostałe części planety, o okresie rotacji $9^{\text{h}}55^{\text{m}}40^{\text{s}},632$.

Już pierwsi radioastronomowie badający promieniowanie DAM zauważili, że emisja ta związana jest z oddzielnymi źródłami. Źródła te zdawały się poruszać zgodnie z rotacją planety, ale w okresie różnym niż ustalony dla Systemu I i II. Badania pokazały, że promieniowanie DAM także ma związek z polem magnetycznym planety i okres rotacji dla źródeł tego promieniowania można wiązać z ruchem stałej części Jowisza. Zdefiniowany, w oparciu o ruch źródeł promieniowania DAM, układ liczenia długości planetocentrycznej nazwano (jakże oryginalnie!) Systemem III. Został on „zalegalizowany” przez Miedzynarodową Unię Astronomiczną w 1962 r., a okres rotacji z nim związany uznano za okres rotacji Jowisza. Dalsze obserwacje wprowadziły korekty do przyjętych w definicji Systemu III wartości i obecnie najczęściej stosowanym układem współrzędnych planetocentrycznych dla Jowisza jest System III, zdefiniowany dla roku 1965.0

nikające, w sposób optymalny zgadzające się z danymi obserwacyjnymi.

O tym, jak wiele jeszcze nie rozumie my w związku z procesami generacji DIM, mogliśmy się przekonać w lipcu 1994 r., gdy w Jowisza uderzyła kometa D/Shoemaker-Levy 9. Szereg zjawisk, które nastąpiły w magnetosferze bezpośrednio po zderzeniu, w szczególności ogromny wzrost aktywności promieniowania decymetrowego, nie doczekały się jeszcze należytych wyjaśnień.

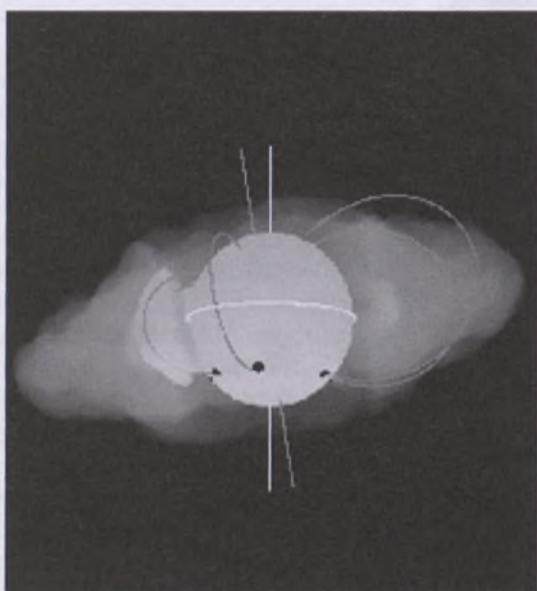
Przyszłość badań

Do niedawna układ Jowisza badała sonda Galileo. Zanim skończyła swoją misję w atmosferze gi-

antycznej planety, w pobliżu Jowisza podążała już, pędząca ku Saturnowi i Tytanowi, sonda Cassini. Dane uzyskane dzięki tym ziemskim posłańcom jeszcze długo będą analizowane.

Tymczasem na powierzchni naszej planety radioastronomowie i konstruktorzy nie próżnią. Budowane są coraz lepsze instrumenty, dzięki którym dokładniej będzie można badać dostępną nam część widma Jowisza. Obserwacje Jowisza są planowane na mającym powstać niebawem instrumentie LOFAR. Ponieważ Jowisz jako radioźródło kryje w sobie jeszcze wiele zagadek, to przyszłość jego badań zapowiada się intrygująco.

Tomasz Kamiński jest studentem III roku astronomii Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu. Artykuł powstał jako jego praca seminaryjna



Rys. 9. Komputerowy model magnetosfery Jowisza

Natura aktywności słonecznej

Bartosz Dąbrowski

Słoneczna aktywność

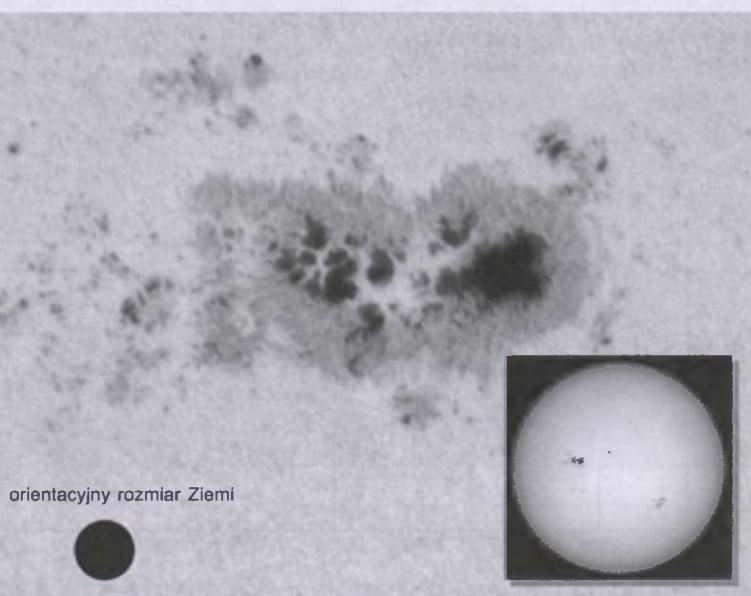
Powszechnie znanym przejawem aktywności Słońca są plamy słoneczne. Pierwsze zapiski o ich obserwacjach, prowadzonych bez użycia lunet, znajdziemy w starych kronikach chińskich sprzed ponad 2000 lat.

Obserwowanie plam w tamtych czasach było możliwe tylko wówczas, gdy blask świecącego Słońca był osłabiony, np. podczas jego wschodów i zachodów lub podczas mglistej pogody. Dopiero w latach 1610-1611 Johannes Fabricius, Thomas Harriot, Christopher Scheiner, Galileusz i inni rozpoczęli

badania plam słonecznych za pomocą lunet. W Polsce obserwacje takie prowadzili jezuici w Kaliszu w latach 1612-1618.

Dzięki swym 17-letnim obserwacjom Słońca aptekarz z Dessau, Heinrich Samuel Schwabe, zauważał, że plamy wykazują pewną regularność w pojawianiu się na tarczy słonecznej. Wywnioskował stąd, że co około 10 lat plamy pojawiają się liczniej, w innych zaś latach występują rzadziej. Swoje odkrycie ogłosił w 1843 r. Schwabe przyjął jako miarę aktywności plamotwórczej Słońca liczbę zaobserwowanych przez siebie grup plam słonecz-

W dniach 28 i 29 października ubiegłego roku byliśmy świadkami bardzo silnych rozbłysków słonecznych. Kilka dni później, 4 listopada 2003 r. doszło do kolejnego rozbłysku, który okazał się być najsilniejszym ze wszystkich, jakie kiedykolwiek zarejestrowano. O tych wydarzeniach donosiła nawet prasa codzienna. Rozbłyskom z 28 i 29 października 2003 r. towarzyszyło występowanie pięknych zór polarnych, które w naszym kraju pojawiają się bardzo rzadko. Powodem występowania tego rodzaju zjawisk jest bardzo silne (kilkaset razy silniejsze od ziemskiego) pole magnetyczne Słońca. O jego obecności świadczą np. plamy słoneczne



Rys. 1. Wielka grupa plam słonecznych z 23 września 2000 r. (SOHO)



Rys. 2. Rudolf Wolf (1816-1893) (ETH Bibliothek, Zürich). W 1852 r. Wolf, niezależnie od trzech innych badaczy, odnotowuje zgodność pomiędzy 11-letnim cyklem plam słonecznych a aktywnością geomagnetyczną, a także odkrywa zależność pomiędzy cyklem plam słonecznych a częstotliwością pojawiania się zorzą polarnych

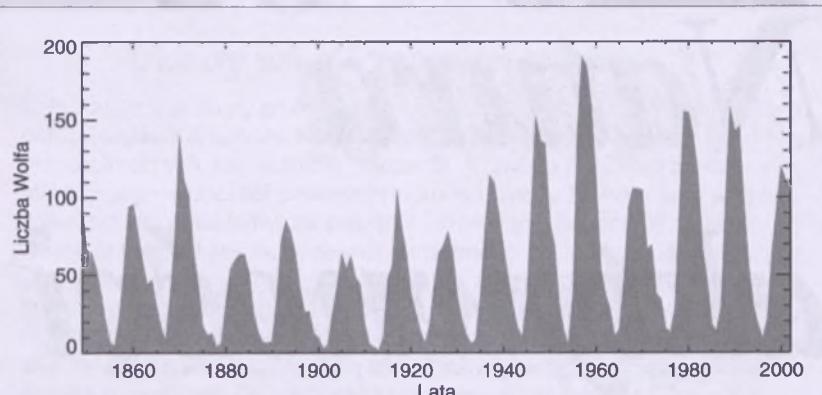
nnych oraz liczbę dni w roku bez plam na Słońcu. Chcąc dokładniej zbadać okresowość odkrytą przez Schwabego, musiano wprowadzić jakiś dokładniejszy sposób pomiaru liczby plam.

W 1849 r. Rudolf Wolf (rys. 2), nauczyciel matematyki, później dyrektor obserwatorium astronomicznego w Bernie i wreszcie kierownik katedry astronomii w Zuriku zaproponował prosty sposób liczbowego określania stopnia zaplamienia Słońca. Wolf zdefiniował ją w postaci tzw. względnej zuryskiej liczby plam słonecznych, nazywanej obecnie liczbą Wolfa (rys. 3). Określamy ją w następujący sposób:

$$R = k(10g + f)$$

gdzie:

g — liczba grup plam,
 f — całkowita liczba plam widocznych na tarczy słonecznej,
 k — współczynnik korekcyjny, okreś-



Rys. 3. Liczba Wolfa w latach 1849 -2002. Średnia liczba plam na Słońcu rośnie i maleje w cyklach 11-letnich

lony indywidualnie dla każdego obserwatora i instrumentu.

Plamy słoneczne obserwujemy jako ciemniejsze (chłodniejsze o ok. 1500 K) obszary w porównaniu z otaczającą je powierzchnią Słońca — fotosferą. W budowie dużych plam wyróżniamy dwa elementy: cień plamy (jądro) i półcień, składający się z włókien gazu, które rozchodzą się radialnie na zewnątrz plamy. Typowe rozmiary plam wynoszą od kilku do kilkudziesięciu tysięcy kilometrów.

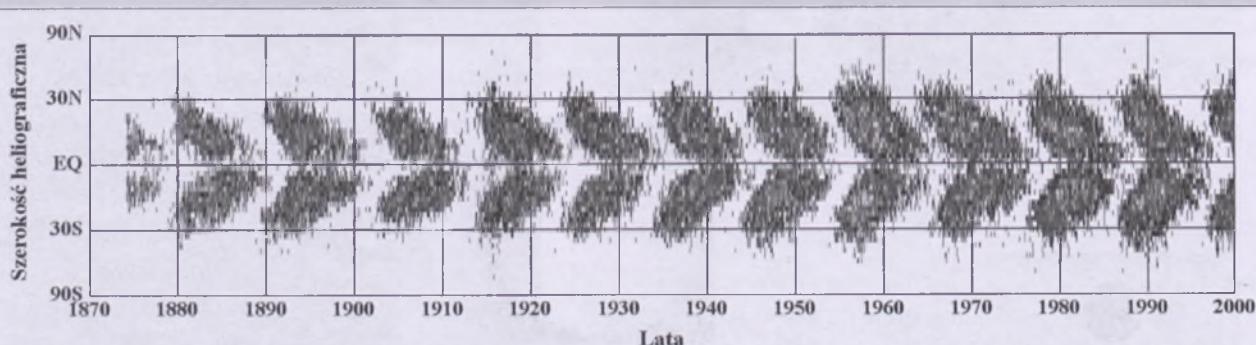
W połowie XIX w. angielski miłośnik astronomii Richard C. Carrington odkrył, że powierzchnia Słońca nie obraca się jak bryła sztywna. Okazało się, że rotuje ona szybciej na równiku (ok. 26 dni) niż w okolicach okołobiegunkowych (ok. 30 dni). Carrington odkrył także, że w różnych okresach cyklu 11-letniego plamy pokazują się na różnych szerokościach heliograficznych. Zjawisko to ilustruje tzw. wykres motylkowy, przedstawiony na rys. 4.

Na początku ubiegłego wieku G.E. Hale (rys. 5) zauważył, że w plamach słonecznych występuje silne pole magnetyczne o natężeniu kilku tysięcy

gausów. Plamy zazwyczaj występują parami, przy czym plamy wchodzące w skład par zawsze mają przeciwnie polaryzacje. Kiedy jedna z nich jest „biegunem północnym”, to druga jest „biegunem południowym”. W czasie trwania cyklu (zwykle ok. 11 lat) pla-



Rys. 5. George Ellery Hale (1868-1938). Założyciel obserwatoriów Yerkes i Mt. Wilson. Współtwórca projektu budowy 5-m teleskopu, który przez wiele lat był największym optycznym teleskopem na świecie. Współzałożyciel wydawanego od 1895 r. „The Astrophysical Journal”, dziś jednego z najbardziej prestiżowych czasopism naukowych



Rys. 4. Wykres motylkowy przedstawiający szerokość heliograficzną plam słonecznych w funkcji czasu. Swą nazwę zawdzięcza on charakterystycznemu kształtu (NASA)

my na półkuli północnej i południowej są przeciwnie spolaryzowane. Kiedy na północnej półkuli wszystkie plamy prowadzące mają „bieguny północne”, a plamy postępujące za nimi „bieguny południowe”, na półkuli południowej jest dokładnie na odwrót (rys. 6a). Bieguność ta zmienia się co około 11 lat, czyli pełny magnetyczny cykl trwa 22 lata (rys. 6b).

W sąsiedztwie plam często obserwujemy jasne obszary, tzw. pochodnie fotosferyczne. Możemy je wyjątkowo dobrze obserwować blisko brzegu tarczy słonecznej, gdyż dalej nikną na tle fotosfery. Ich jasność większa od otaczającej fotosfery wskazuje, że są to obszary o wyższej temperaturze. Ponad pochodniami fotosferycznymi i grupami plam występują pochodnie chromosferyczne, większe od pochodni fotosferycznych.

Innym przejawem słonecznej aktywności są rozbłyski. Rozbłyski to nagłe pojaśnienia obserwowane we wszystkich długościach fal. W świetle widzialnym obserwujemy je jednak bardzo rzadko — tylko w przypadku bardzo silnych rozbłysków. Pierwszym człowiekiem, któremu udało się zaobserwować taki rozbłysk był Richard Carrington. W okresie wysokiej aktywności rozbłyski słoneczne występują stosunkowo często (w maksymum czasami częściej niż 1 do 2 rozbłysków na godzinę). Możemy obserwować je od górnej fotosfery (rozbłyski w świetle białym), przez chromosferę, aż do dolnej korony (rozbłyski koronalne). W przypadku dostatecznie silnego rozbłysku obserwowanego w zakresie widzialnym, radiowym oraz promieniowaniu X zostają zaburzone wszystkie warstwy słonecznej atmosfery, aż do międzypla-

Zorze polarne

Foto A. Rzepiennik



O występowaniu zór ziemskich wiemy już od dawna. Pierwsze informacje o ich pojawieniu się pochodzą z terenów obecnych Włoch z roku 503 p.n.e. Jak dziś wiemy, występowanie zorzy w krajach południowej Europy należy do rzadkości. Zdarza się to jedynie w przypadku występowania bardziej silnych rozbłysków, które są zlokalizowane w pobliżu środka widocznej z Ziemi tarczy Słońca. Zorze możemy najczęściej obserwować w okolicach podbiegunowych.

Wiatr słoneczny unosi ze sobą pole magnetyczne Słońca. Po około 2 dniach od chwili rozbłysku cząstki wiatru słonecznego docierają do Ziemi. Napotykając ziemską magnetosferę, zderzają się z nią, co powoduje jej odkształcenie i w konsekwencji powstawanie takich zjawisk, jak burze magnetyczne i zorze polare.

Niektóre z tych cząstek są wylapywane przez ziemskie pole magnetyczne. Tworzą one, nad równikiem magnetycznym Ziemi, dwa pierścieniowe pasy radiacyjne, zwane od nazwiska ich odkrywcy pasami Van Allen'a. Cząstki uwięzione w pasach Van Allen'a przedostają się do ziemskiej atmosfery w okolicach biegunów magnetycznych Ziemi. Tam zderzają się z atomami i cząsteczkami atmosfery, pobudzając je do świecenia. Na czerwono i żółto zielono świeią zjonizowane cząsteczki tlenu. Również czerwoną barwę nadają zorzy cząsteczki azotu.

Więcej informacji na temat zór ziemskich można znaleźć w artykule Andrzeja Barana w nr 4 „Uranii – Postępów Astronomii” z ubiegłego roku

netarnej przestrzeni. Na różnych długościach fal rozbłyski przeciętnie trwają pół godziny.

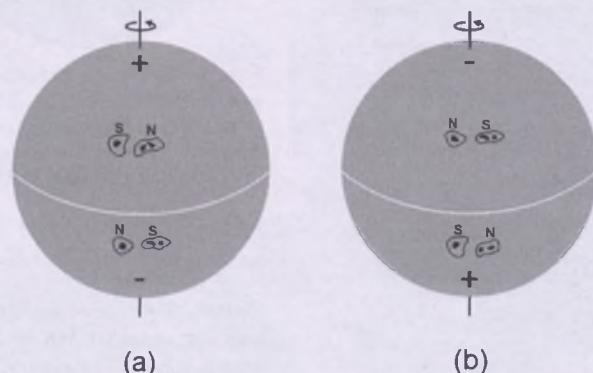
Obok plam słonecznych, pochodni i rozbłysków, do najefektowniejszych zjawisk obserwowanych na tarczy słonecznej należą protuberancje. Pojawiają się one jako jasne struktury na brzegu tarczy słonecznej (o wysokości ok. 50 000 km ponad fotosferą) lub jako ciemne włókna na tarczy. Obserwacje takich protuberancji dostarczają nam

informacji o ruchach masy w koronie (najbardziej zewnętrznej warstwie atmosfery Słońca).

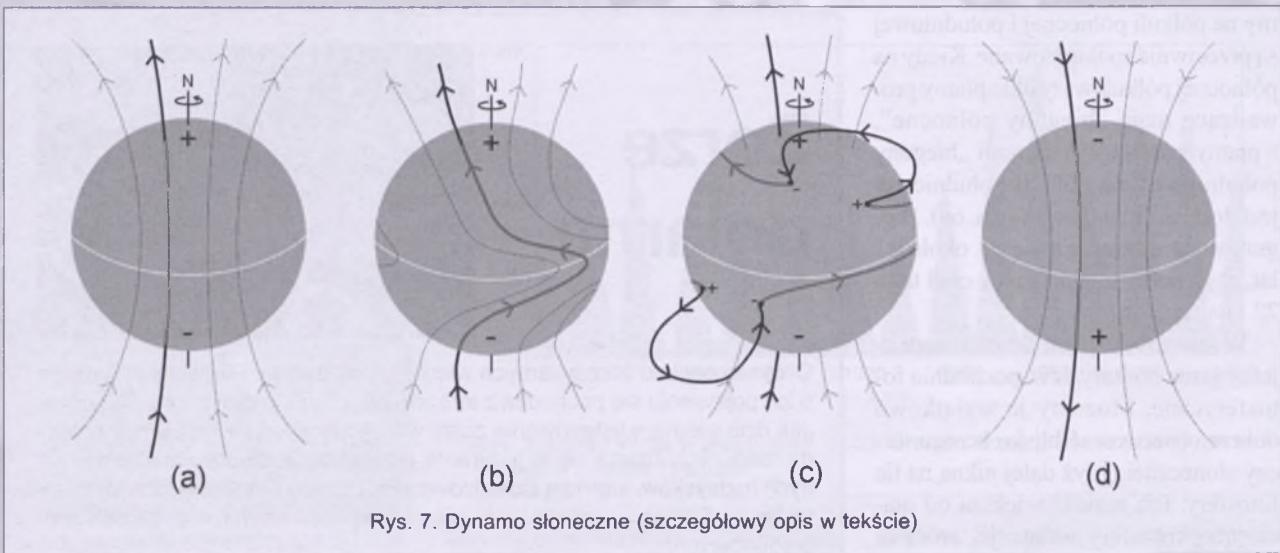
Kolejnym przejawem aktywności naszej gwiazdy są wyrzuty materii koronalnej, tzw. CME (Coronal Mass Ejections). Ogromne bąble gazu wyrzucone ze Słońca obserwujemy kilka godzin. Wybuchy materii koronalnej zakłócają wypływ wiatru słonecznego (strumienia naładowanych cząstek) i wywołują zaburzenia ziemskiego pola magnetycznego.

Częstość pojawiania się tego rodzaju zjawisk (CME) zmienia się w słonecznym cyklu. W minimum obserwujemy około jednego CME na tydzień, natomiast blisko słonecznego maksimum około 2–3 CME dziennie.

Dzięki obserwacjom Słońca, jakie przeprowadzono podczas misji Skylab, wykryto obecność tzw. „dziur koronalnych”. Są to rozległe obszary w koronie o mniejszej gęstości w porównaniu z innymi obszarami. W dziurach koronalnych jest osłabione pole magnetyczne i wiatr słoneczny łatwiej wynosi materię w przestrzeń kosmiczną.



Rys. 6. W 11-letnim cyklu aktywności bieguność magnetyczna plam się nie zmienia (a). Jego zmiana następuje dopiero w kolejnym cyklu (b) (szczegółowy opis w tekście)



Rys. 7. Dynamo słoneczne (szczegółowy opis w tekście)

Pole magnetyczne – przyczyny aktywności Słońca

Badania prowadzone przez G.E. Hale'a na początku XX w. doprowadziły go do odkrycia słonecznego pola magnetycznego. Ośrodkiem aktywności magnetycznej jest strefa konwekcyjna Słońca – zewnętrzna warstwa o grubości 200 tys. km.

Teorię próbującą opisać proces powstawania pól magnetycznych nazywamy teorią dynama. Jej autorem jest E.N. Parker.

Załóżmy, że początkowe pole magnetyczne Słońca ma kształt dipola skierowanego wzduż osi północ–południe (rys. 7a). Szybszy obrót w okolicach równika sprawia, że linie pola magnetycznego przebiegające pod powierzchnią Słońca ulegają odkształceniowi i są nawijane wokół Słońca

(rys. 7b). W wyniku odkształcenia i naciągania rośnie natężenie pola magnetycznego i niektóre fragmenty powstające rur magnetycznych wypływają na powierzchnię Słońca jako para plam słonecznych. W jednej z nich linie pola wychodzą ponad powierzchnię Słońca, w drugiej wchodzą z powrotem pod powierzchnię (rys. 7c). W wyniku działania nie do końca jeszcze rozumianego mechanizmu, odwróceniu ulega polaryzacja okołobiegunkowych pól magnetycznych, powstaje takie pole jak na rysunku 7d i rozpoczyna się nowy 11-letni cykl aktywności.

Obserwatorium kosmiczne SOHO (Solar & Heliospheric Observatory) pozwoliło na badanie ruchu materii pod powierzchnią Słońca. Obserwacje prowadzone pod koniec lat 90. za pomocą metod heliosejsmicznych ujawniły istnienie podpowierzchniowego przepływu

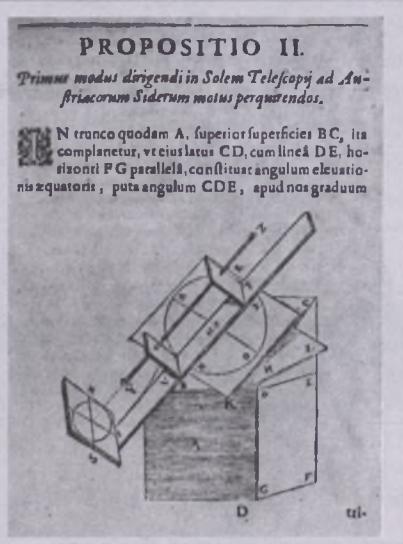
wu materii w obszarze (o grubości 26 000 km) tuż pod powierzchnią Słońca od jego równika do biegunów, a na większych głębokościach w przeciwną stronę (od biegunów ku równikowi) (rys. 8). Może to tłumaczyć, dlaczego nowe plamy słoneczne tworzą się na coraz to niższych szerokościach heliograficznych wraz z rozwojem cyku. Badania wykazały, że w tym obszarze przepływ jest mniej więcej stały, a jego prędkość jest podobna do prędkości obserwowanej na powierzchni. Taki przepływ gazu może odgrywać istotną rolę w tworzeniu się 11-letniego cyku słonecznego.



Rys. 8. Graficzne przedstawienie podpowierzchniowego przepływu gazu. W celu lepszego zilustrowania zjawiska grubość warstwy, w jakiej on zachodzi, została powiększona

Pierwsze obserwacje plam słonecznych w Polsce

Prawdopodobnie w latach 1612–1618 pracował w kaliskim kolegium jezuita o. Karol Malapert, który prowadził tu obserwacje plam słonecznych. Metodę, jaką stosował, ilustruje rysunek umieszczony w pracy *Austriaca sidera heliocyclia...*, opublikowanej w 1630 r., już po śmierci autora. Przy opisie tego przyrządu Malapert podał, że wykonał go jego uczeń, Alexius Silvius. Na jednym z rysunków plam z 1618 r. wymienione jest nazwisko pomocnika, asystenta Malaperta, Simona Perowiusa.



Metoda projektji Słońca na ekran, stosowana przez jezuitów z Kalisza

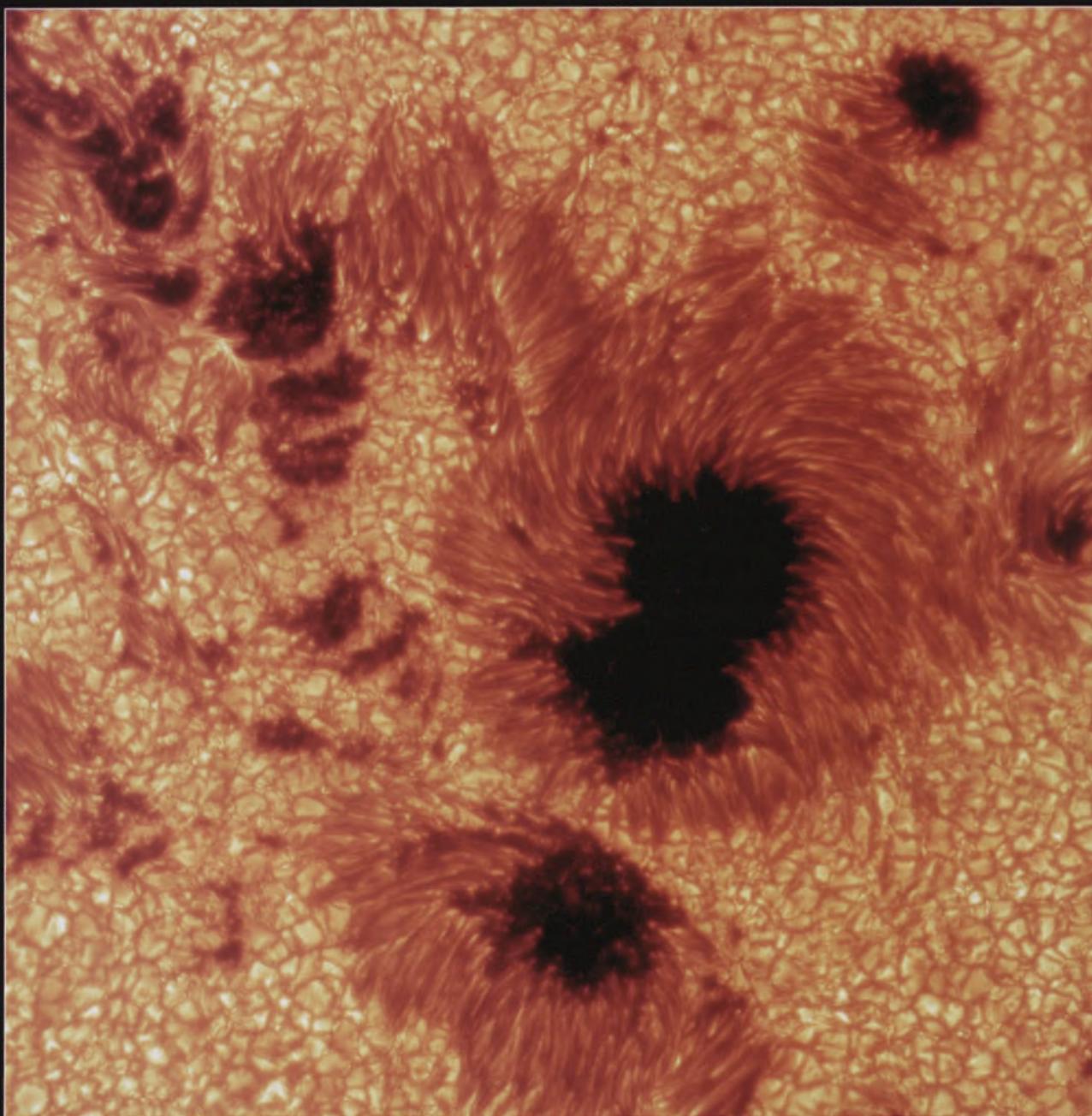
Bartosz Dąbrowski jest absolwentem astronomii UMK w Toruniu. Obecnie kończy swoją rozprawę doktorską i współpracuje z Toruńskim Planetarium im. W. Dziewulskiego

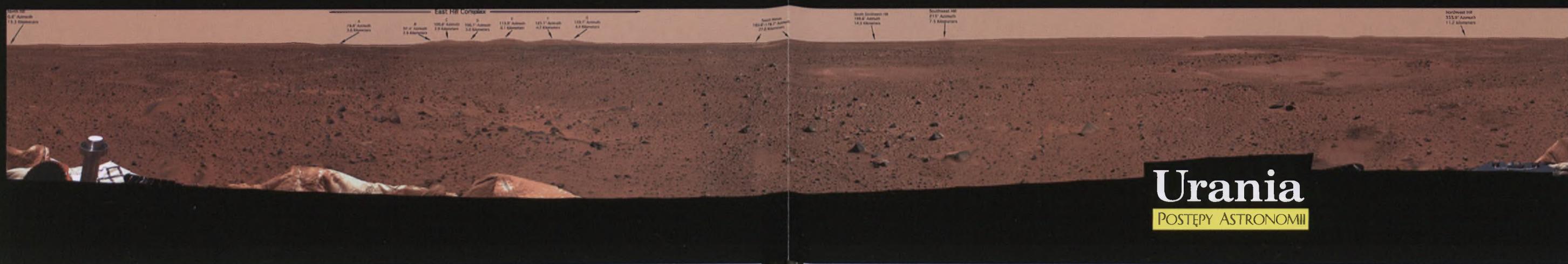
Galeria Uranii



Obok zdjęcie wschodzącej tarczy słonecznej, zdeformowanej przez atmosferę, wykonane w wigilijny poranek 24 grudnia 2003 r. przez Dariusza Dorosza z Żabikowa koło Radzynia Podlaskiego (obiektyw MTO-1000, czas eksp. 1/500 s)

Obraz prezentowany niżej to wbrew pozorom nie jest żaden kadr nieznanej wersji „Słoneczników” pędzla Vincenta van Gogha, ale autentyczne zdjęcie grupy plam słonecznych uzyskane w Królewskiej Szwedzkiej Akademii Nauk





Galeria Uranii

Zorza polarna sfotografowana przez Marka Nikodema z Szubina 20 listopada 2003 r., godz. 17.50 (górnne) i 22.05 (dolne), obiektyw Nikkor 28-105 mm, eksp. 30 s, film Fuji (górnne) i Konica (dolne) 400 ASA



XMM-Newton zwątpił w ciemną energię?

Czuły na promieniowanie X satelita Europejskiej Agencji Kosmicznej XMM-Newton przesłał nowe dane dotyczące natury naszego Wszechświata. Badając odległe gromady galaktyk, satelita odkrył ciekawą różnicę między współczesnymi galaktykami a tymi, które istniały około 7 mld lat temu (oglądamy je takimi, jakie były 7 mld lat temu, bo są one bardzo odległe i światło potrzebowało tak długiego czasu, aby do nas dotrzeć). Niektórzy uczeni twierdzą, że może to oznaczać iż „ciemna energia”, która na stałe zagościła w świadomości astronomów, po prostu nie istnieje...

Międzynarodowy zespół prowadził w Holandii obserwacje 8 odległych gromad galaktyk, z których najdalsza znajduje się 10 mld lat świetlnych od Ziemi. Porównano te obiekty do gromad znalezionych w pobliżu. Badania były częścią większego projektu XMM-Newton Omega Project, który bada gęstość materii we Wszechświecie.

Gromady galaktyk emittują olbrzymie ilości promieniowania X, ponieważ zawierają dużą ilość gorącego gazu. Gaz otacza galaktyki podobnie jak para otacza ludzi w saunie. Mierząc ilość i energię promieniowania X z gromady, astronomowie mogą wyznaczyć tak temperaturę gazu w gromadzie, jak i masę gromady. Teoretycznie, we Wszechświecie, w którym gęstość materii jest wysoka, gromady galaktyk wzrastałyby wraz z upływem czasu i średnio powinny zawierać więcej masy dziś niż w przeszłości.

Większość astronomów jest jednak przekonana, że żyjemy we Wszechświecie o niskiej gęstości materii, a tajemnicza „ciemna energia” stanowi aż 70% zawartości Wszechświata. Przy takim założeniu gromady galaktyk powinny dawno już zakończyć swój wzrost i te odległe powinny wyglądać praktycznie tak samo jak obecne dzisiaj.

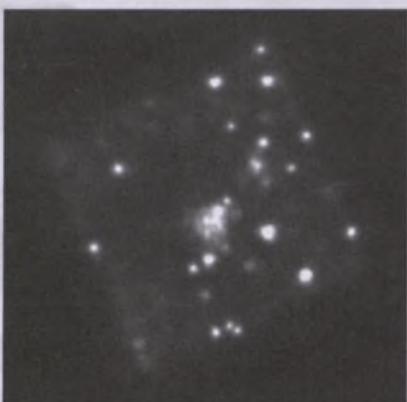
W artykule, który zostanie opublikowany w *Astronomy and Astrophysics* naukowcy z XMM-Newton Omega Project pokazują, że gromady galaktyk w odległym Wszechświecie różnią się od współczesnych nam gromad. Te odległe produkują więcej promieniowania X. Wniosek: gromady galaktyk zmieniają swój wygląd w czasie.

Na podstawie przeprowadzonych badań naukowcy wywnioskowali również, że w przeszłości było mniej gromad galaktyk niż obecnie. Takie wnioski wskazują na Wszechświat o wysokiej gęstości materii, co jest w jawnej sprzeczności z tak zwanym „modelem uzgodnionym”, który postuluje Wszechświat o niskiej zawartości materii (5%), ze sporą frakcją ciemnej materii (25%) i zdominowany przez tzw. „ciemną energię”, która stanowić ma aż 70% zawartości kosmosu. Opisane badania nie zostawiają zbyt wiele miejsca dla tajemniczej „ciemnej energii”.

Aby pogodzić obserwacje XMM-Newton z powszechnie przyjętym modelem uzgodnionym, astronomowie musieliby przyznać się do dużej luki wiedzy na temat zachowania gromad i galaktyk wewnętrz nich. Np. galaktyki w odległych gromadach musiałyby przekazywać więcej energii do otaczającego je gazu niż przewiduje teoria.

Proces ten następnie małaby wraz ze starzeniem się gromady.

Bez względu na to, które wyjaśnienie jest poprawne, XMM-Newton dostarczył uczonym nowych zagadek. Aby wyeliminować najprostsze wyjaśnienie problemu, czyli błąd w pomiarach sate-



Gromada galaktyk ogladana przez XMM-Newton



Rysunek artystyczny: XMM-Newton od-dziela się od rakiety Ariane-5

lity, inne obserwatoria promieni X są już w trakcie powtarzania pomiaru XMM-Newton.

opr. Karolina Zawada

Na rozkładówce: Panorama Marsa ze stacji Spirit

Po 7 miesiącach podróży, pokonaniu 500 mln km i niezbyt miękkim lądowaniu na dnie krateru Gusewa w dniu 3 stycznia 2004 r., robot *Spirit* już 13 stycznia pokazał, co widzi wokół siebie. Jest to widok, jaki miałby średnio wysoki człowiek, gdyby stanął na tym miejscu. *Spirit* musiał wykonać 225 obrazów i z nich złożyć panoramę, która obejmuje cały horyzont (360°) i jest pokazana w dolnej części rozkładówki. Część górna pokazuje fragment, gdzie znajduje się tzw. Kompleks Wschodni wzgórz marsjańskich, które doskonale są widoczne na zdjęciach ze stacji *Mars Global Orbiter* i *Mars Odyssey* i będą wykorzystywane w szczegółowym planowaniu wędrówki łazika *Spirit* po powierzchni Czerwonej Planety. Miejsce lądowania aparatu *Spirit* zostało nazwane *Columbia Memorial Station*, a Kompleks Wzgórz, *Wzgózami Kolumbii*. Strzałki wskazują poszczególne wzniesienia i jest podana też odległość do nich od Stacji. Zapowiedziano (o tym może zdecydować odpowiednia Komisja Międzynarodowej Unii Astronomicznej) nadanie im imion członków tragicznie zmarłej załogi *Columbia*.



II Seminarium Meteorytowe

Olsztyn, 24-26 kwietnia 2003 r.

Na zakończenie pierwszego Seminarium Meteorytowego, które odbyło się w Olsztynie w dniach 26-27 kwietnia 2001 r., zegnaliśmy się, mając nadzieję, że za dwa lata — w 200 rocznicę spadku deszczu meteorytowego L'Aigle — spotkamy się na kolejnym.

Spadek deszczu meteorytowego L'Aigle w Normandii, we Francji nastąpił 26 kwietnia 1803 r. W środku dnia, około godziny 13, po przelocie kuli ognistej posypał się grad kamieni. Na obszarze o rozmiarach $6 \times 2,5$ mili spadło około 2000–3000 kamieni o łącznej masie około 37 kg. Najcięższy ważył około 9 kg.

W celu przeprowadzenia badań tego fenomenu, Francuska Akademia Nauk wysłała na miejsce spadku znanego fizyka Jeana Baptiste Biota. Jego staranny raport zawierający relacje świadków oraz mapę z zaznaczoną elipsą spadku przekonał uczonych, że meteoryty mają pozaziemskie pochodzenie.

Organizatorami II Seminarium Meteorytowego były: Olsztyńskie Planetarium i Obserwatorium Astronomiczne oraz Polskie Towarzystwo Meteorytowe. Komitetowi Organizacyjnemu przewodniczył prof. dr hab. Andrzej Manecki z Akademii Górniczo-Hutniczej, a członkami byli: prof. dr hab. Łukasz Karwowski z Uniwersytetu Śląskiego, prof. dr hab. Andrzej Muszyński z Uniwersytetu Adama Mickiewicza oraz dr Jadwiga Biała i mgr Elżbieta Plucińska z Olsztyńskiego Planetarium i Obserwatorium Astronomicznego.

W seminarium wzięło udział 45 osób — naukowców zajmujących się badaniem meteorytów oraz miłośników i kolekcjonerów meteorytów. Dodatkowo kilka osób wysłuchało tylko wybranych referatów. Miłośnicy oraz kolekcjonerzy i tym razem nie przestraszyli się naukowych referatów i chloneli specjalistyczną wiedzę. Jest to fakt godny odnotowania, ponieważ rzadko się zdaraża, aby konferencja naukowa budziła zainteresowanie dużego grona miłośników.

Prawdziwą ozdobą miejsca obrad był ważący 72 kg okaz meteorytu Campo

del Cielo ze zbiorów Kazimierza Mazaruka — kolekcjonera meteorytów, członka Polskiego Towarzystwa Meteorytowego.

W czasie seminarium wygłoszono 16 referatów. Ich prezentację rozpoczęliśmy od tych, które omawiały najdrobniejszy przedmiot badań meteorytyki — pyły, aby dojść do obiektów największych — kraterów.

Zagadnienia związane z pyłami i chondrami omówiono w następujących referatach: „Pyły kosmiczne — metody separacji i mineralogiczno-chemicznej identyfikacji, klasyfikacje” (A. Manecki), „Materia międzygwiazdowa w chondrytach” (B. Hurnik), „Modele tworzenia chondr” (J. Siemiątkowski, E. Janaszak), „Metaliczne sferule ze stropowej części profilu Chrustowo-Objezierze — materia pozaziemska czy antropomorficzna” (W. Stankowski, R. Derdowski).

Tradycyjnie nie zabrakło referatów poświęconych polskim meteorytom: „The trace element patterns of kamacite and troilite in the Morasko meteorite” (W. Luecke, A. Muszyński), „Czy możemy coś nowego powiedzieć o meteorycie łowickim?” (Ł. Karwowski), „Polskie zabytki wykonane z żelaza meteorytowego” (A. Kotowiecki) oraz „Mineralogia, petrografia, geneza i propozycja nowej klasyfikacji meteorytu enstatytowego Zakłodzie” (T. Przyliski, R. Kryza, A. Pilski, P. Zagoźdzon). Szczególnie propozycja nowej klasyfikacji meteorytu Zakłodzie wywołała ożywioną dyskusję. Gdyby potwierdziło się przypuszczenie autorów, że Zakłodzie to reprezentant prymitywnych (pierwotnych) achondrytów enstatytowych, mielibyśmy w Polsce meteoryty wyjątkowo rzadkiego typu.

Kolejne referaty poświęcone były metodom badania meteorytów: „Datalogowanie meteorytów metodą potasowo-argonową” (P. Mackiewicz, S. Hałas), „Mossbauerowskie badania meteorytów” (K. Szlachta, R. Szczypiorski, N. Bakun-Czubarow, J. Gałzka-Friedman, Z. Gontarz, M. Milczarek), „Właściwości termofizyczne wybranych mete-

orytów żelaznych” (K. Rożniakowski, M. Szurgot, T. Wojtatowicz), „Badania mikroskopowe chondrytów El Hamma-mi i Gold Basin” (M. Szurgot, K. Polański).

Dwa referaty omawiały zagadnienia związane z kraterami: „Luminescencja metodą określania impaktowych zagłębień terenu — podstawy teoretyczne, wstępne wyniki” (W. Stankowski) i „Struktura Podlesie — czy w Polsce mamy wielki krater uderzeniowy?” (W. Czajka). Przedstawiona przez mgr inż. Wiesława Czajkę struktura Podlesie znajduje się na terenie wsi Podlesie Duże i Podlesie Małe w gminie Radecznica w województwie lubelskim. Średnica struktury wynosi około 4 km, zaś głębokość około 50 m. Aby potwierdzić lub wykluczyć, że jest to krater meteorytowy należy wykonać jeszcze wiele badań. Jednak sama myśl, że może to być ślad katastrofy kosmicznej sprzed milionów lat, wzbudziła u słuchaczy dreszcz emocji.

Obserwacje przelotu bolidów umożliwiają nie tylko lokalizację spadku meteorytów, lecz także wyznaczenie ich orbit. Ożywioną dyskusję wywołał referat „Bolidy z meteorytami” (H. Hurnik). Przedstawiona przez prof. Hurnika organizacja sieci obserwacji bolidów w wielu krajach (Czechy, Niemcy, Hiszpania, a także Japonia, Stany Zjednoczone i Kanada), zrodziła myśl, aby również w Polsce stworzyć taką sieć.

Referat „Meteoryt L'Aigle i narodziny meteorytyki” (J. Biała) ukazał rolę, jaką odegrały przeprowadzone przez Biota badania spadku deszczu meteorytowego L'Aigle w ugruntowaniu poglądu o kosmicznym pochodzeniu meteorytów. Po pracach Chladniego i Howarda był to trzeci ważny krok prowadzący do powstania nowej interdisciplinarnej dziedziny wiedzy — meteorytyki.

W czasie sesji posterowej zaprezentowano trzy plakaty: „Chondryti i chondry przeobrażone pod wpływem wody lub jej pary w procesach pozaziemskich — szukanie przykładów i dowodów” (A. Manecki, M. Żmudzka), „Badania

mossbauerowskie meteorytu Zakłodzie" (R. Szczypiorski, A. Ludwig, K. Szlachta, W. Tłaczała, J. Gałążka-Friedman), „Skorupa wietrzeniowa i obtopieniowa meteorytów w warunkach klimatu umiarkowanego na przykładzie Zakłodzia i Moraska-Przeździów” (A. Ludwig, Ł. Karwowski, S. Jachymek). Warto podkreślić, że dzięki dostępności programów do opracowań graficznych oraz możliwości drukowania pojedynczych plakatów, przedstawione plakaty cechowały nie tylko wysoki poziom merytoryczny, ale także niezwykłą urodą.

25 kwietnia odbyło się Walne Zebrańie Polskiego Towarzystwa Meteorzytowego. Zostało ono założone 21 kwietnia 2002 r. podczas IV Pikniku Meteorzytowego odbywającego się w Guciowie koło Zwierzyńca na Roztoczu. Skupia zarówno badaczy: geologów, astronomów, fizyków, chemików, jak i miłośników, kolekcjonerów oraz poszukiwaczy meteorytów. Prezesem PTM jest prof. dr hab. Łukasz Karwowski z Uniwersytetu Śląskiego. O działalności PTM przeczytać można na stronie www.ptm.z.pl.

W czasie zebrania nadano pierwsze tytuły Honorowych Członków Polskiego Towarzystwa Meteorzytowego. Otrzymali je dr Bogusława Hurnik i prof. dr hab. Hieronim Hurnik z Poznania za zasługi w badaniu meteorytu Morasko i rozwijaniu meteorzytyki w Polsce.

Dr Bogusława Hurnik ukończyła studia chemiczne na Wydziale Matematyczno-Przyrodniczym Uniwersytetu



Prezes PTM prof. Łukasz Karwowski wręcza odznakę członkowską prof. Hieronimowi Hurnikowi. Fot. J. Bandurowski

Łódzkiego w roku 1952. Dwa lata później przeniosła się do Poznania na Wydział Matematyki, Fizyki i Chemicznej Uniwersytetu Adama Mickiewicza. W roku 1962 obroniła pracę doktorską pt. „Elektrochromatograficzne badania związków kompleksowych”. Problematyką meteorzytową zajęła się w latach 70., wykonując analizę meteorytu Morasko, a następnie badając pył meteorzytowy w Morasku. Badała również znalezisko Godziencin. Wyniki badań opublikowała w zbiorze „Meteorite Morasko and the region of its fall” (1976) i w „Postępach Astronomii” oraz przedstawiła na wielu seminariach i konferencjach. Dr Hurnik jest autorką wielu artykułów naukowych i popularnonaukowych, ale

w kręgu osób zainteresowanych meteorzytami jest znana przede wszystkim jako współautorka książki *Meteoroidy, meteory i meteorzyty* (1992).

Prof. dr hab. Hieronim Hurnik rozpoczął studia na Wydziale Matematyczno-Przyrodniczym Uniwersytetu Adama Mickiewicza w Poznaniu w roku 1937. Będąc studentem, wykonywał obserwacje fotometryczne gwiazd zaćmieniowych, które publikował w „Roczniku Krakowskim” (1938) i „Acta Astronomica” (1939). W czasie wojny został wywieziony na roboty przymusowe do Prus Wschodnich. Dopiero po zakończeniu wojny mógł kontynuować studia i obserwacje (pozycyjne i fotometryczne obserwacje komet i planetoid oraz zakrycia gwiazd przez Księżyc). Po zakończeniu studiów w roku 1948 rozpoczął pracę w Obserwatorium Astronomicznym Uniwersytetu Adama Mickiewicza.

Profesor Hurnik zajmował się mechaniką nieba. Zarówno jego praca doktorska (1958), jak i habilitacyjna (1964) były poświęcone zagadnieniom związanym ze statystyką komet. Tytuł profesora otrzymał w roku 1973. Był świętym instrumentalistą i zrealizował między innymi: zegar kwarcowy, wahadła poziome, teleskop zenithalny, kamery fotograficzne i dalmierze laserowe. Brał udział w budowie stacji obserwacji sztucznych satelitów Ziemi w Borowcu i przez wiele lat kierował zespołem zajmującym się obserwacjami na tej stacji.



Uczestnicy Seminarium na schodach Olsztyńskiego Planetarium. Fot. J. Bandurowski

Przez blisko kwiecioro wieku (1967-1991) był kierownikiem Obserwatorium Astronomicznego UAM. Wyprodukował aż 17 doktorów, co w środowisku astronomicznym jest pewnie rekordem. Przez trzy dziesięciolecia było tak, że dla każdego, kto chciał zrobić doktorat z mechaniki nieba, prof. Hurnik był albo promotorem, albo recentorem.

W latach 1969-1990 prof. Hurnik był kierownikiem badań rejonu spadku meteorytu Morasko. Pod jego redakcją w roku 1976 ukazał się zbiór prac podsumowujących pewien etap badań: *Meteorite Morasko and the region of its fall*. Badania obejmowały prace geomorfologiczne, biologiczne (osady na dnie kraterów), chemiczne, krystalograficzne i astronomiczne (orbita meteoroidu). Niestety, ograniczone środki finansowe nie pozwoliły na rozszerzenie i kontynuację badań. Nie udało się wykonać głębszych wierceń, które wniosłyby wiele istotnych informacji do opisu rejonu spadku meteorytu.

Każda z dziedzin swojej działalności naukowej prof. Hurnik udokumentował książką: komety — *Kometa Halleya*, instrumenty — *Instrumenty obserwacyjne astrometrii* oraz meteoryty — *Meteoroidy, meteory, meteoryty*. Obecnie Państwo Hurnikowie kończą nową, rozszerzoną wersję książki o meteorytach i jest nadzieję, że ukaże się ona przed III Seminarium Meteorytowym.

Uroczystość nadania tytułów Członków Honorowych Polskiego Towarzystwa Meteorologicznego miała podniosły charakter. Po przedstawieniu przez dr Jadwigę Białą działalności dr Bogusławego Hurnika i prof. Hieronima Hurnika, Prezesa PTM prof. Łukasz Karwowskiego wręczył dyplomy oraz odznaki. Odznaka Polskiego Towarzystwa Meteorologicznego jest wykonana ze złota i przedstawia bolid, którego jądro stanowi małe fragment meteorytu żelaznego Gibeon. Dziękując za wyróżnienie, Państwo Hurnikowie opowiedzieli o swoich badaniach meteorytu Morasko i towarzyszącym im trudnościach, które musieli pokonać.

Pod kopułą planetarium uczestnicy seminarium mieli okazję obejrzeć nową projekcję astronomiczną: „Copernicus o tym nie wiedział”, ukazującą rozwój astronomii od czasów Kopernika. Autorem projekcji jest dr Kazimierz Schilling. Wystąpił też olsztyński zespół „Kaczki z Nowej Paczki”, który ma w repertuarze dowcipną piosenkę ściśle wiążącą się z tematyką seminarium, zatytułowaną „Nad naszą wsią przeleciały meteoryt”.

Seminarium towarzyszyła wystawa wyrobów jubilerskich z meteorytami Ślązomira Dereckiego z Wrocławia. Jest on mistrzem złotnictwa oraz członkiem PTM. Wystawa miała być jedną z ekspozycji giełdy minerałów po zakończeniu seminarium. Niestety, inni wy-



„Meteorytowe serce” — wisior wykonany przez Stanisława Dereckiego z naturalnie ukształtowanego meteorytu Sikhote Alin — dar dla Wielkiej Orkiestry Świątecznej Pomocy w 2004 r.

stawcy nie dopisali, ponieważ w tym samym czasie odbywała się giełda w Warszawie.

Po pierwszym seminarium wydano jedynie streszczenia referatów. Obecnie ambicją organizatorów jest wydanie kompletu materiałów, tak aby również osoby, które nie mogły przyjechać na seminarium, miały szansę zapoznać się z treścią referatów.

Jadwiga Biała

Więcej zdjęć z II Seminarium Meteorytowego w Olsztynie można zobaczyć m.in. na stronie internetowej www.meteoryt.net

Patrz w niebo i... pod nogi

W roku 2002 Olsztyńskie Planetarium i Obserwatorium Astronomiczne uzyskało dotację na realizację projektu zgłoszonego do konkursu „Równać szanse — 2002” organizowanego przez Polską Fundację Dzieci i Młodzieży oraz Polsko-Amerykańską Fundację Wolności. Projekt zatytułowany „Patrz w niebo i... pod nogi”, adresowany był do uczniów gimnazjów w małych miejscowościach województwa warmińsko-mazurskiego. Chcieliśmy umożliwić młodzież skorzystanie z oferty dydaktycznej Planetarium i Obserwatorium Astronomicznego oraz zaproponować interesującą formę spędzania czasu wolnego w mieście zamieszkania.

Informacja o programie została wysłana do gimnazjów województwa warmińsko-mazurskiego. Zapoznano z nią także nauczycieli fizyki na konferencjach metodycznych oraz dyrektorów gimnazjów podczas spotkania w kuratorium.

W województwie jest ponad 200 gimnazjów, z czego ponad 100 chciało uczestniczyć w programie. Niestety ograniczone środki pozwoliły nam przyjąć młodzież tylko z 25 szkół.

W ramach programu „Patrz w niebo i... pod nogi” młodzież przyjeżdżała do Olsztyńskiego Planetarium i Obserwatorium Astronomicznego. W Planetarium uczniowie oglądali seans astronomiczny zatytułowany „Układ

Słoneczny” oraz obejrzały wystawę „Materia z Kosmosu”, na której prezentowana jest kolekcja meteorytów. W Obserwatorium Astronomicznym zwiedzali pracownie, a w pogodne dni obserwowali przez teleskop Słońce.

Każdy uczestnik otrzymał materiały dydaktyczne: książkę *Patrz w niebo i... pod nogi*, obrotową mapę nieba oraz szablon zegara słonecznego.

Książka *Patrz w niebo i... pod nogi* została napisana przez pracowników OP i OA. Zawiera ona podstawowe wiadomości z astronomii, które mogą zainteresować gimnazjalistów. W książce znalazło się wiele opisów prostych obserwacji astronomicznych, które uczniowie mogą samodzielnie wykonywać w miejscu za-

mieszkania, posługując się nieuzbrojonym okiem lub korzystając z samodzielnie wykonanych prostych instrumentów pomiarowych. Naszym zamiarem było również zachęcenie młodzieży do poszukiwania meteorytów. Nawiązuje do tego druga część tytułu naszego programu.

W programie zaplanowano bezpłatny ciepły posiłek oraz środki na pokrycie kosztów przejazdu uczniów do Olsztyna. Jednakże dzięki temu, że część szkół wykorzystała własne środki transportu, stało się możliwe przyjęcie dodatkowo prawie 300 uczniów ponad plan obejmujący 1500 uczestników. W rezultacie w programie „Patrz w niebo i ... pod nogi” wzięło udział 1729 uczniów oraz 112 nauczycieli z 25 gimnazjów.

Po zakończeniu pierwszego etapu programu pracownicy OPiOA odwiedzili 15 szkół biorących w nim udział. Młodzież otrzymała do rozwiązania test astronomiczny zawierający 21 pytań z czterema odpowiedziami do wyboru. Pytania dotyczyły zagadnień omawianych w czasie zajęć i prezentowanych w książce. Przetestowano 1000 uczniów. Okazało się, że większość pytań była dla uczniów trudna i bardzo trudna. Znaczna część uczniów miała trudności z udzieleniem poprawnej odpowiedzi na połowę pytań. Średnia liczba poprawnych odpowiedzi wyniosła 11. Analiza treści pytań i trafności wybranych odpowiedzi wskazuje, że informacje, które zostały przekazane młodzieży w czasie wizyty w planetarium i obserwatorium, zostały w dużej mierze zapamiętane i poprawnie zrozumiane. Dotyczy to w szczególności wiedzy na temat meteorytów. Dużo gorzej przedstawiają się wyniki dotyczące treści zawartych w książce, które nie były omawiane podczas spotkania w OPiOA. Można stąd wyciągnąć wniosek, że większość uczniów nie czytała książki albo miała trudności ze zrozumieniem i zapamiętaniem zawartych w niej informacji.

W drugim etapie programu uczniowie mieli się wykazać samodzielna pracą obserwacyjną. Chcąc sprawdzić, czy udało się nam zaszczepić wśród gimnazjalistów zainteresowania astronomiczne oraz dowiedzieć się, jakie obserwacje udało się im wykonać, ogłosiliśmy konkurs na najbardziej pomysłowo przeprowadzone i opisane ob-

serwacje. Do udziału w konkursie staliśmy się zachęcać uczniów w czasie zajęć. Mobilizowaliśmy też nauczycieli, aby pomagali uczniom oraz zebraли i przystąpiły ich prace. Nasze wizyty w szkołach były też okazją do rozmowy z młodzieżą na temat obserwacji. W wielu przypadkach uczniowie przedstawiali wykonane obserwacje i dyskutowali o sposobie ich opracowania.

Z powodów organizacyjnych program rozpoczął się we wrześniu i musiał się skończyć w lutym, a więc okres, w którym młodzież wykonywała obserwacje, przypadł na późną jesień i bardzo mroźną zimę i nie sprzyjał obserwacjom, bo niebo było zachmurzone i było bardzo zimno. Prawdopodobnie z tej przyczyny na nasz konkurs prace nadeszło jedynie 228 uczniów z 15 gimnazjów. W dwóch szkołach obserwacje przeprowadziła większość uczniów: w Gronowie Elbląskim 68% i w Bezledach 59%. Młodzież wykonywała zarówno obserwacje nieuzbrojonym okiem (zmiany wysokości gwiazd w ciągu nocy, zmiany faz Księżyca i jego położenia na tle gwiazd, położenie planet, meteory), jak też za pomocą lornetki (książycę galileuszowe Jowisza, Saturn). Przysłano też sporo fotografii. Obserwacje prowadzono opierając się na przykładach przedstawionych w książce i o pracę wyraźnie wynika, że książka była dokładnie przeczytana. Często sami uczniowie wyraźnie piszą, że książka była bardzo przydatna. Wiele dzienników obserwacyjnych cechowało staranna i pracochłonna oprawa. W opisach obserwacji odnaleźć można było wiele szczerzych zachwytów nad pięknem nocnego nieba i osobistych reakcji uczniów.

Spośród otrzymanych prac wybraliśmy 21 najlepszych. Ich autorzy otrzymali nagrody książkowe. Specjalną nagrodę: teleskop Soligor MT-910, otrzymało Gimnazjum w Gawlikach Wielkich, skąd nadeszło najczęściej wartościowych obserwacji. Młodzież z Gawlik nie tylko rozpoczęła obserwacje zaraz po powrocie z Olsztyna i prowadziła je systematycznie aż do terminu odesłania prac, ale także bardzo starannie je opracowała.

Nauczyciele, opiekunowie uczestniczącej w programie młodzieży, dostali

do wypełnienia ankietę mającą na celu ocenę przydatności naszego programu dla ich pracy dydaktycznej, jak również jego realizację. Otrzymaliśmy 38 ankiet. Maksymalną liczbę punktów za organizację zajęć przyznało nam 63% ankietowanych, za warunki prowadzenia zajęć 73%, a za otrzymane materiały 86%. Większość nauczycieli, 78%, po raz pierwszy korzystała z oferty dydaktycznej OPiOA, a 58% stwierdziło, że nie mogliby przywieźć uczniów do Olsztyna, gdyby uczniowie musieli zapłacić za tę wycieczkę. Aż 97% nauczycieli uznało, że program „Patrz w niebo i ... pod nogi” to dobry sposób na upowszechnianie wiedzy astronomicznej, a 89%, że jest to dobry sposób na wyrownywanie szans.

Dla większości uczniów najbardziej atrakcyjną częścią programu były: seans pod kopułą planetarium, zwiedzanie obserwatorium oraz obejrzenie wystawy meteorytów. Smutną refleksję budzi fakt, że dla niektórych uczniów atrakcją był darmowy obiad. Zarówno w ankietach, jak i w czasie dyskusji podczas uroczystego zakończenia programu, nauczyciele zgłaszały następujące wnioski:

— program powinien być kontynuowany w kolejnych latach i objąć więcej uczniów,

— należy organizować coroczny konkurs na wykonanie najciekawszych obserwacji astronomicznych od września do kwietnia,

— dla najbardziej aktywnych uczestników programu należy organizować obozy astronomiczne,

— należy wcześniej przygotować nauczycieli do uczestnictwa w programie na warsztatach astronomicznych,

— książka *Patrz w niebo i ... pod nogi* powinna być przekazana do bibliotek gimnazjalnych,

— konieczna jest stała współpraca szkół z Olsztyńskim Planetarium i Obserwatorium Astronomicznym.

Program „Patrz w niebo i ... pod nogi” realizowali: Jadwiga Biała — autorka programu, Jacek Szubiakowski — redaktor książki oraz Liliana Gerszberg, Maciej Grzemski, Ewa Janaszak, Lidia Kosiorek, Bogusław Kulesza, Elżbieta Plucińska i Kazimierz Schilling.

Jadwiga Biała

NGC 891

α (J2000)	02 ^h 22,6 ^m
δ (J2000)	+42° 21'
Gwiazdozbiór	Andromeda
Typ	Galaktyka — SAB
Jasność fotograficzna	10,8
Jasność wizualna	9,9
Jasność absolutna M _v	-20,0
Rozmiar	13,5' × 2,8'
Odległość	9,5 Mpc
Prędkość radialna	+528 km/s

Ta piękna galaktyka spiralna jest uważana przez spore grono astronomów za najbliższy odpowiednik naszej Drogi Mlecznej spośród blisko leżących galaktyk (tzn. znajdujących się w odległości mniejszej niż 15-20 Mpc). Została odkryta przez Karolinę Herschel w sierpniu 1783 r. i oznaczona przez Williama Herschela pod numerem katalogowym V.19. W katalogu NGC znajdujemy taki oto jej opis: „obiekt wyróżniający się, bardzo jasny, bardzo rozległy i podłużnie roztaczący się o kącie pozycyjnym 22 stopnie”. Aby ją zobaczyć, potrzebny jest teleskop o średnicy około 10-15 cm. Widać ją wtedy (patrząc metodą zerkania) jako słabą poświatę w kształcie cygara. Galaktyka ta jest widoczna niemal dokładnie z boku od strony jej krawędzi (kąt nachylenia płaszczyzny dysku NGC 891 do kierunku widzenia wynosi 89 stopni). Dlatego można w niej podziwiać wspaniałe, symetryczne położone pasmo pyłu międzygwiazdowego leżące dokładnie w płaszczyźnie dysku tej galaktyki. Galaktyka jest najszerzsza w swej części centralnej i stopniowo zwęża się ku obu końcom ograniczonemu przez dwie gwiazdy 12 wielkości. Aby pasmo zobaczyć, dysponować musimy co najmniej 20-cm teleskopem, ale aby podziwiać subtelne piękno tej galaktyki, trzeba mieć instrument o średnicy 35 cm (i ciemne niebo oczywiście). W tak dużym instrumencie pasmo jest bardzo wyraźne i, co rzuca się w oczy, bardzo cienkie i idealnie proste. Widać też wyróżniające się zgrubienie centralne (*budge*).

Dlaczego sądzi się, że jest ona niemal bliźniaczo podobna do Drogi Mlecznej? Ta opinia jest efektem intensywnych badań kinematyki i dynamiki rotacji tej galaktyki. Wnioski z podczerwonych obserwacji obszarów leżących blisko jej centrum sugerują, że NGC 891 podobnie jak nasza galaktyka posiada poprzeczkę. Jądra i zgrubienia centralne obu galaktyk są podobne. Podobna jest również ilość pyłu międzygwiazdowego formującego gęsty i zwarty pas równikowy. Masy, jak i jasności obu galaktyk również są do siebie podobne (w granicach błędów). Na zdjęciach wykonanych przez duże teleskopy pasmo pyłu wcale nie wygląda jednorodnie i widać wiele włókien i pasm pyłu roztaczących się daleko od płaszczyzny galaktyki i nawet poza sam dysk. Zastanawiająca jest wielka dynamika tego procesu, dla którego, jak dotąd, nie udało się znaleźć zadowala-

jącego wyjaśnienia. Z tego choćby powodu galaktyka ta już od wielu lat pozostaje w centrum zainteresowania astronomów zajmujących się badaniami przyczyn ruchu gazu i pyłu w płaszczyznach galaktyk.

Pod koniec 1999 r. na podstawie obserwacji NGC 891 wykonanych przez podczerwonego satelitę Europejskiej Agencji Kosmicznej (o skrócie ISO) zaanonsowano, że trwający od dłuższego już czasu dylemat, czym naprawdę jest ciemna materia (i czy rzeczywiście istnieje!) może mieć bardzo proste rozwiązanie. Okazało się, że przynajmniej dla tej galaktyki można obserwować wyraźną emisję z podgrzanego do temperatury kilkuset kelwinów molekularnego wodoru (H_2), a emisja ta jest na tyle znaczna, że sugeruje posiadanie przez NGC 891 ogromnych jego ilości. Ta ilość około 15 razy przewyższa ilość wodoru neutralnego — łatwego do detekcji z pomocą radioteleskopów — a tyle wystarcza, aby rozwiązać problem brakującą masy w galaktykach spiralnych. To odkrycie musi być jednak potwierzone, a ponadto musi być stwierdzone, czy taka ilość molekularnego wodoru jest typowa dla galaktyk spiralnych. Tu napotykamy na problem, gdyż emisja pochodząca z H_2 jest bardzo słaba i trudno będzie ją wykryć w galaktykach dalszych, czy leżących w podobnej odległości jak NGC 891.

Na zakończenie opisu tej galaktyki dodam jeszcze, że posiada ona rozległe halo tak w zakresie radiowym (HI), jak i rentgenowskim. Ponadto sam dysk jest silnym źródłem emisji CO i ^{13}CO . NGC 891 jest członkiem małej grupy galaktyk o nazwie NGC 1023 zawierającej kilka galaktyk spiralnych i kilka mniejszych galaktyk karłowatych (to jest coś na kształt i rozmiar naszej Lokalnej Grupy), leżącej w odległości około 10 Mpc. Wreszcie galaktyka ta posiada kolejną swego rodzaju osobliwość: a mianowicie kilka małych galaktyk spiralnych leżących bardzo blisko jej środka. Nie bardzo wiadomo, czy te karłowe obiekty związane są z nią fizycznie, czy też są to normalnej wielkości galaktyki spiralne znajdujące się w dużo większej odległości, lecz leżące dokładnie (sic!) w kierunku środka NGC 891 — czyżby przypadek?



NGC 936

α (J2000)	02 ^h 27,6 ^m
δ (J2000)	-01° 09'
Gwiazdozbiór	Wieloryb
Typ	Galaktyka — SB0/SBa
Jasność fotograficzna	11,1
Jasność wizualna	10,1
Jasność absolutna M _V	-21,0
Rozmiar	5,2' × 4,4'
Odległość	16,6 kpc
Prędkość radialna	+1430 km/s

Jest to jedna z jaśniejszych galaktyk soczewkowych na niebie, dodatkowo „urozmaicona” poprzeczką. Leży niedaleko M77 i została odkryta przez Williama Herschela i opatrzona przez niego numerem IV.23. Jej opis w katalogu NGC jest następujący: „bardzo jasna, bardzo rozległa, zaokrąglona, wyraźnie jaśniejąca ku środkowi, pierwsza z dwóch”. Ta druga z katalogu to spiralna galaktyka NGC 941, która leży na sferze niebieskiej niemal dokładnie na wschód od NGC 936 w odległości 25' łuku. Tworzą one nie tylko parę optyczną, ale również prawdopodobnie parę fizyczną.

Aby ją dostrzec, potrzebny jest teleskop o średnicy około 15-cm, a mieszkający podmiejskich okolic będą potrzebowali dodatkowych 5-8 cm apertury. W teleskopie o średnicy 30-cm można dostrzec, że jest podłużna, a jądro i zgęszczenie centralne wyraźnie akcentują się na tle poświaty zewnętrznych partii dysku.

Galaktyka ta należy do stosunkowo bliskich, ma symetryczną budowę i kąt nachylenia płaszczyzny dysku wynoszący 41°. Te cechy oraz wykryte duże prędkości rotacji materii w dysku powodują, że NGC 936 od lat stanowi dla astronomów idealny obiekt do testowania i modelowania dynamiki galaktyk. W czerwcu ubiegłego roku pojawiła się w niej supernowa oznaczona 2003 gs, która w maksymum blasku osiągnęła 13,4 mag.



NGC 1023

α (J2000)	02 ^h 40,4 ^m
δ (J2000)	+39° 04'
Gwiazdozbiór	Perseusz
Typ	Galaktyka — SB0
Jasność fotograficzna	10,4
Jasność wizualna	9,4
Jasność absolutna M _V	-20,5
Rozmiar	7,9' × 3,5'
Odległość	10 Mpc
Prędkość radialna	+637 km/s

Ta jasna galaktyka soczewkowa jest najjaśniejszym obiektem w małej gromadzie galaktyk noszącej jej nazwę. Galaktykę odkrył William Herschel i skatalogował ją pod numerem I.156. Podobnie jak opisana wcześniej NGC 936 również posiada poprzeczkę. Oto jak opisuje ją katalog NGC: „bardzo jasna, bardzo rozległa, podłużnie roztacząca się, bardzo silnie jaśniejąca ku środkowi”. Ze względu na dużą jasność powierzchniową do jej zobaczenia wystarczy 10-cm teleskop i to nawet na podmiejskim niebie. W 20-cm teleskopie wyróżnia się na tle lekkiej poświaty zewnętrznego dysku jaśniejsza, centralnie sytuowana poprzeczka oraz jasne gwiazdopodobne jądro. Większe teleskopy (ponad 35-cm) ujawniają, że NGC 1023 posiada bliksiego, słabego towarzysza — galaktykę karłowatą o niskiej jasności powierzchniowej NGC 1023a — którego obecność w formie małego zgrubienia leżącego na wschodnim brzegu dysku „zaburza” symetrię tej galaktyki. Jest to powód, dla którego znalazła się ona w atlasie osobliwych galaktyk (*Arp's Atlas of Peculiar Galaxies* — wydany

w roku 1966) jako Arp 135. Poprzeczka nie pokrywa się z dużą osią obserwowanej płaszczyzny dysku, co daje wrażenie skręcenia jej.

NGC 1023 należy do rzadkiej klasy galaktyk soczewkowych posiadających duże ilości neutralnego wodoru (HI). Otoczona jest przez spore halo neutralnego wodoru o skomplikowanej i niejednorodnej budowie, zawierające m.in. dwie ogromne struktury w kształcie pierścieni rotujących tak jak ciała sztywne wokół środka galaktyki. Płaszczyzny tych pierścieni nie pokrywają się. Obecność tego wodorowego halo rozciągającego się znacznie poza optycznie wyznaczone granice galaktyki, tłumaczy się efektami płynowymi pomiędzy NGC 1023/1023a, które spowodowały, że większość materii międzygwiazdowej znajdującej się w NGC 1023a została z niej „wyrwana”, formując tego typu strukturę. Ilość materii w halo sugeruje, że powinno być w przeszłości przynajmniej jeszcze kilka takich bliskich spotkań z innymi karłowatymi galaktykami. Inna hipoteza głosi, że wodorowe halo jest pozostałością po pierwotnym dysku tej galaktyki, którego materia została w większości zużyta we wcześniejszym etapie aktywności gwiazdotwórczej. Obszar wokół samego jądra NGC 1023 jest znacznie młodszy (o około 3 mld lat) niż reszta galaktyki. Na podstawie analizy kinematyki ruchu gwiazd wokół jądra astronomowie sugerują, że znajduje się tam masywna czarna dziura. Ze względu na niską długość galaktyczną (-19 stopni), w kierunku widzenia tej galaktyki znajduje się wiele gwiazd naszej Galaktyki, stąd trudności, jakie stanęły na drodze astronomom badającym populację gromad kulistych w tej galaktyce. Jednak badania prowadzone przy użyciu Teleskopu Hub-

Zanieczyszczenie światlne*

Człowiek oddziałuje negatywnie na środowisko naturalne na wiele sposobów. Powszechnie znane jest zanieczyszczenie powietrza produktami spalania czy też zanieczyszczenie wód ściekami przemysłowymi. Natomiast często zapomina się o emisji przez różne urządzenia fal elektromagnetycznych w szerokim zakresie widma, które również są ingerencją człowieka w naturalne tło elektromagnetyczne. Szkodliwość niektórych rodzajów zanieczyszczeń promieniowaniem elektromagnetycznym jest już znana od dawna (np. promieniowanie rentgenowskie), szkodliwość innych poznano stosunkowo niedawno (promieniowanie mikrofalowe) bądź też dopiero jest odkrywana (fale radiowe). Istnieje jednak zakres promieniowania elektromagnetycznego, którego szkodliwość jest właściwie niezauważana. Jest to światło widzialne, w zakresie od podczerwieni do ultrafioletu.

Na negatywny wpływ światła na środowisko naturalne jako pierwszy zwrócił uwagę już w 1917 r. kalifornijski ornitolog Carlos Lastreiro, który stwierdził wpływ światła latarni morskich na zmiany tras przelotów nocnych ptaków wędrownych.

Odkrycie to pozostało bez echa przez kilkadziesiąt lat. Negatywny

* O tych problemach szerzej pisały „Postępy Astronomii” (*Chróimy niebo*) w nr 2 z 1994 r., s. 73 i 74–78. (Red.)

wpływ wzrostu oświetlenia sztucznego na środowisko zauważali oczywiście przede wszystkim astronomowie. W latach 50. astronomowie z obserwatorium Kitt Peak na południe od Tucson (USA) zwrócili uwagę na szybko zwiększącą się jasność nieba. Co więcej, świecenie to występowało w szerokim zakresie widma widzialnego, stąd trudno je było odfiltrować.

Problemem zanieczyszczenia światłem w latach 70. XX w. ponownie zainteresowali się zołodzy, którzy zwrócili uwagę na zaburzenia „zegarów biologicznych” i zachowania zwierząt nocnych, związane ze wzrostem oświetlenia sztucznego. W tym okresie powstało już pojęcie „zanieczyszczenia światlnego” (ang. *light pollution*), które zaczęto w niektórych kręgach traktować na równi z innymi rodzajami zanieczyszczeń.

W 1988 r. w USA z inicjatywy dra Davida Crawforda powstało Międzynarodowe Stowarzyszenie Ciemnego Nieba (ang. *International Dark-Sky Association*) znane jako IDA. Celem IDA jest powstrzymanie wpływu sztucznego oświetlenia na środowisko poprzez uświadomienie opinii publicznej problemu zagrożenia zanieczyszczeniem światlnym i sposobów jego unikania. Aktualnie sekcje IDA działają w 29 stanach USA, a także w Australii, Kanadzie, Chile, Czechach, Francji, Grecji, Włoszech, Japonii, Malcie, Szwajcarii i Wielkiej Brytanii.

W latach 90. XX w. problem był już powszechnie zauważany i w 1992 r. w Paryżu na kongresie UNESCO zwró-

cono uwagę na zjawisko nadmiernej emisji światła. Jednocześnie stwierdzono, że aż 30% energii elektrycznej wykorzystywanej do oświetlenia miast jest marnowana w postaci „zanieczyszczenia światlnego” — niekontrolowanej emisji światła do góry.

Oczywiście nadal głównymi działacząmi ruchu ochrony nocnego nieba byli astronomowie. W 1997 r. na XXIII Walnym Zebraniu Międzynarodowej Unii Astronomicznej (IAU) w Kioto (Japonia) ogłoszono „Rezolucję o ochronie nocnego nieba” w następującym brzmieniu:

Zważywszy na ponawiające się co jakiś czas propozycje umieszczania jasnych obiektów na orbicie wokółziemskiej [...] oraz zważywszy, że nocne niebo jest dziedzictwem ludzkości, które powinno być zachowane w stanie nietkniętym [...], należy podjąć środki zapewniające, że nocne niebo będzie miało nie mniejszą opiekę, niż obiekty światowego dziedzictwa kulturowego na Ziemi.

Obecnie problem staje się już szeroko zauważany. W październiku 2002 r. w Bostonie i Cambridge odbyła się konferencja IDA, na której po raz pierwszy astronomowie znaleźli się w mniejszości. 175 specjalistów z różnych dziedzin: zołodzy, elektrycy, politycy, lekarze, konserwatorzy przyrody zgodziło się co do wagi problemu zanieczyszczenia światlnego. Na konferencji pojawiło się także szereg firm oświetleniowych oferujących odpowiednie rozwiązania. Sformułowano także definicję zanieczyszczenia światlnego:

ble'a ujawniły, że galaktyka posiada pokaźną „rodzinę” takich obiektów, a dodatkowo odkryto w niej kilka obiektów, które mogą stanowić zupełnie nowy rodzaj gromad gwiazd nie znany do tej pory. Obiekty tej grupy są typowo mniej zwarte i bardziej rozległe niż gromady kuliste. Pomimo podobnego wieku jak wiek gromad kulistych są one znacznie słabsze, bardziej czerwone natomiast ich rozmieszczenie wskazuje na związek z dyskiem galaktyki a nie z jego halo — jak obserwuje się to u gromad kulistych. Z drugiej strony odróżniają się one od gromad otwartych tym, że występują one poza dyskiem galaktyki oraz zawierają znacznie więcej gwiazd. Jak do tej pory udało się zidentyfikować podobne obiekty jeszcze tylko w jednej galaktyce soczewkowej: NGC 3384.

Twarzysz NGC 1023 jest znaczco bardziej niebieski od niej, co interpretuje się albo jako wskaźnik bardzo niskiej metaliczności lub też znak aktywności gwiazdo-twórczej, która musiała mieć miejsce bardzo niedawno. Obecnie nie obserwuje się linii emisyjnych w NGC 1023a, interpretowanych typowo w takich galaktykach jako wy-



nik intensywnego powstawania gwiazd. Jasność absolutna NGC 1023a jest o około 1 mag. mniejsza niż Małego Obłoku Magellana.

Dariusz Graczyk

Zanieczyszczenie świetlne jest to świecenie nieba wywołane przez rozpraszanie światła sztucznego przez gazy, pyły i aerosole obecne w atmosferze, związane ze złą jakością oświetlenia zewnętrznego. Źle skonstruowane urządzenia kierują część światła w niebo zamiast w dół. Efektem tego jest także zaświetlanie (ang. trespass), oślepianie (ang. glare) i marnowanie energii.

Problem zasięgu zanieczyszczenia świetlnego najlepiej pokazują satelitarne zdjęcia nocnej półkuli Ziemi. Na nich wyraźnie widać, że trudno jest znaleźć miejsca na naszej planecie, które zachowały pierwotne, nocne ciemności. Należą do nich oczywiście obszary niesamieszkanie bądź nieuprzemysłowione, jak np. rejon Sahary oraz środkowa Afryka, Amazonia w Ameryce Południowej, wnętrze Australii czy też północna część Azji i Ameryki Północnej. Jednocześnie trzy rejony o największej gęstości zaludnienia stanowią główne źródła omawianego zanieczyszczenia: wschodnie stany USA, Europa Zachodnia i Środkowa oraz Japonia. Są to obszary, w których prawidłowo przeprowadzane działania mogą pozwolić na obniżenie źle skierowanej emisji światła.

W Europie obszar zaświetlający niebo zaczyna się od Anglii i obejmuje kraje Beneluksu, Niemcy, Włochy, Węgry, Czechy, południową Skandynawię i południową Polskę. „Ciemne” są: wnętrze Półwyspu Iberyjskiego, Bałkany, północna Polska oraz cała Europa Wschodnia.

Włoski oddział IDA przeprowadził badania jasności nieba w Europie oparte na ocenie jasności najsłabszych gwiazd widocznych gołym okiem. Otrzymane wyniki pokrywają się z danymi satelitarnymi, chociaż pozwalają na zawężenie obszaru wysoce zanieczyszczającego do pasa: wschodnia Anglia–Benelux–południowe Niemcy–północne Czechy–Górny Śląsk, oraz (oddzielnie) północne Włochy. W Polsce głównymi źródłami światła są: Górnego Śląska z Krakowem (zwłaszcza rejon Katowic) oraz Warszawa. Całkowicie „ciemna” natomiast pozostaje część północno-wschodnia oraz północno-zachodnia.

Zanieczyszczenie świetlne może występować w trzech postaciach:

1. Świecenia nieba, wywołanego przede wszystkim przez oświetlanie chmur na zachmurzonym niebie, lecz także przez rozproszenie na pyłach i mgłach na niebie bezchmurnym.
2. Zaświetlania okolicy (ang. trespass).
3. Oślepiania, gdy widoczne jest wprost

źródło światła lub wiele źródeł naraz (ang. clutter).

Jak z powyższego wynika, zanieczyszczenie świetlne polega nie tylko na oświetlaniu nieba, lecz może także wpływać na jakość życia każdego z nas, gdyż:

- narusza nasze prawo do prywatności wtedy, gdy nie osłonięte źródła światła oświetlają naszą własność w nocy (ang. light trespass). Wiele społeczności posiada prawa zabezpieczające takie sytuacje,
- narusza nasze prawo do wypoczynku nocnego w przypadku oświetlania naszego okna w nocy (często nie pomagają nawet gęste zasłony czy żaluzje),
- zbyt wiele światła sztucznego w nocy wpływa na nasze zdrowie, naruszając równowagę hormonalną w organizmach.

Ponadto:

- zanieczyszczenie świetlne poważnie ogranicza naszą zdolność widzenia w nocy poprzez oślepianie przez jasne oświetlenie ulic. Oko łatwo adaptuje się do słabego oświetlenia, jednakże dostosowuje się do najjaśniejszego punktu w polu widzenia. Gdy źródło światła jest odsłonięte, zawsze jest jaśniejsze od obiektu, który ma oświetlać (tzw. oślepianie)! W efekcie powstaje ostre cienie (tzw. „korytarze ciemności”),
- zbędne oświetlenie rozlewając się po niebie bez celu, przyczyniając się do tzw. nocnego efektu cieplarnianego. Oszacowano, że USA rocznie zużywają energii za prawie 1,5 mld USD rocznie na oświetlanie nieba (nie licząc zaświetlania okolicy). Łącznie daje to straty rzędu 6–8 mld USD rocznie,
- zanieczyszczenie świetlne przeszkadza lub wręcz uniemożliwia wykonywanie obserwacji astronomicznych, a nawet dostrzegania gwiazd. W dużych miastach ich mieszkańców niekiedy nie wiedzą już, jak wygląda pogodne niebo. Gdy w 1995 r. awaria zasilania pograżała w ciemnościach Los Angeles, służby specjalne zostały postawione w stan gotowości, gdyż mieszkańcy miasta wzięli widoczną na niebie Drogę Mleczną za radioaktywny obłok z pobliskiej elektrowni jądrowej!

Głównym źródłem zanieczyszczenia świetlnego jest wadliwe oświetlenie ulic oraz innych obiektów naziemnych, kierujące znaczną część (o ile nie większość) światła w niebo. Przykładem może być oświetlenie większości stadionów piłkarskich, „stylowe” lampy oświetlające zabytkowe części wielu miast, czy też „świecące kule” spotykane

ne często w parkach lub na osiedlach.

Od niedawna można zauważać pozytywny trend takiej konstrukcji opraw lamp parkingowych, a nawet ulicznych, które kierują całość światła na oświetlany teren.

Równie istotne jak forma oprawy lampy jest ośrodek świecący, z którym związane jest widmo emitowanego światła. Zwykła żarówka, w której źródłem światła jest rozgarzony metal, emisję światła ciągle w pełnym zakresie widma widzialnego, z maksimum energii przypadającym na podczerwień (promieniowanie cieplne). Oznacza to, że nie tylko jest ona źródłem światła silnie zanieczyszczającym środowisko, lecz także bardzo mało efektywnym, a przez to kosztownym. Neony, wprawdzie emitujące światło także w całym zakresie widma (a więc także silnie zanieczyszczające środowisko), są jednak bardziej wydajne, gdyż ich emisja w podczerwieni i ultrafiolecie jest minimalna. Pozornie dobrymi źródłami światła są powszechnie spotykane wysokoprężne lampy ręciowe oraz lampy halogenowe, które świecą tylko w kilku wąskich zakresach długości fal. Znacząca część energii wypromieniowują jednak w ultrafiolecie, a promieniowanie ultrafioletowe pobudza do świecenia w świetle widzialnym gazy atmosferyczne.

Powszechnie spotykane są również lampy sodowe. Wysokoprężne lampy sodowe (HPS) świecą jednak w stosunku szerokim zakresie widma, a ponadto znaczna część wyściecana jest w podczerwieni, co czyni je również złyimi źródłami światła jak żarówki.

Pozostają jeszcze niskoprężne lampy sodowe (LPS), które wyściecują całość światła w pojedynczej długości fali, pozostawiając resztę „czystą”, przez co jest ono łatwe do odfiltrowania. Jest to jednocześnie światło żółte, słabo rozpraszające się w atmosferze. Oznacza to, że są one bardzo przyjaznymi dla środowiska źródłami światła, jednocześnie bardzo tanimi i wydajnymi. Ten rodzaj lamp pobiera 5× mniej energii niż żarówki, 2,2× mniej niż lampy ręciowe i 1,5× mniej niż wysokoprężne lampy sodowe i halogenowe.

Oznacza to, że lampy najmniej szkodliwe dla otoczenia są jednocześnie najbardziej wydajnymi energetycznie źródłami światła.

Problem zanieczyszczenia świetlnego jest już zauważany jako jeden z rodzajów zanieczyszczenia atmosfery. Niejako pionierskie posunięcia w tej

dziedzinie związane są z Polskim Towarzystwem Miłośników Astronomii (PTMA). W 1996 r. w Krakowie odbył się Konwent Elektryków Polskich, na który została zaproszona delegacja PTMA. Udało się przekonać doradcę prezydenta miasta Krakowa, aby przy wymianie opraw ulicznych uwzględnić czynnik nieświecenia w niebo poprzez wyliczenie oszczędności. W przetargu wybrano dużo lepsze oprawy oświetleniowe świecące w kącie niecałych 170° zamiast dotychczasowych 270° przy starym typie. Ich wyższa cena wyrównała się po roku rozliczeniowym za prąd, gdyż montowane w nich żarówki miały moc prawie 50% mniejszą, natomiast jedyńcza oświetlały nawet lepiej od starych lamp i wymagały o wiele mniej prac serwisowych.

W 2000 r. w Lombardii (Włochy) zostało ogłoszone tzw. „prawo lombardzkie”, chroniące w szczególności ciemne niebo po tym, jak 25 000 obywateli podpisało petycję w sprawie podjęcia akcji przeciwko zanieczyszczeniu światlnemu.

Także i za naszą południową granicą dostrzeżono wagę omawianego problemu. 27 lutego 2002 r. prezydent Czech, Vaclav Havel, podpisał „Prawo o ochronie atmosfery”, które zaczęło obowiązywać od 1 czerwca 2002 r. i obejmuje problem różnego rodzaju zanieczyszczenia atmosfery, w tym także światlnego. Zanieczyszczenie światlnie jest w nim zdefiniowane jako: *każdy rodzaj oświetlenia światłem sztucznym, które jest rozpraszane poza obszar, na który jest kierowane, szczególnie jeśli jest skierowane powyżej poziomu horyzontu*. Zgodnie z tym prawem mieszkańcy Republiki Czeskiej i organizacje są zobligowane do podejmowania działań mających na celu zapobieżenie wystąpienia zanieczyszczenia światlnego atmosfery. Działania te mają być podejmowane poprzez montowanie źródeł światła nie emitujących światła powyżej linii horyzontu. Obywatele i organizacje nie stosujące się do tego prawa podlegają grzywnie od 500 do 150 000 koron.

Główny zagrożeniem dla „światlnego środowiska naturalnego” nie jest najmniej oświetlenie ulic miast czy różnego rodzaju obiektów naziemnych. Niepokój budzą plany firm reklamujących różnego rodzaju towary bądź usługi. Planы te obejmują nie tylko reklamy „rysowane” na niebie laserami, lecz także umieszczanie jasnych, odbijających światło Słońca reklam orbitalnych. Równie silny (o ile nie większy) niepokój muszą budzić plany oświetlania w nocy

miast przy pomocy luster orbitalnych kierujących w nocy na określone miasta strumień odbitego światła słonecznego. Oznaczałoby to „likwidację” nocy nie tylko w tych miastach, lecz także w szeroko pojętej ich okolicy, a skutki ekologiczne takich inicjatyw są trudne do przewidzenia.

Na szczęście na razie wszelkie próby takich instalacji skończyły się niepowodzeniem bądź na skutek protestów (reklamy), bądź z przyczyn technicznych (lustra). Należy się jednak obawiać, że kiedyś zostaną one jednak przeformowane.

Niewątpliwie należy dążyć do zmniejszenia zanieczyszczenia światlnego. Korzyści z tego będą następujące:

- redukcja konsumpcji energii i (pośrednio) zużycia paliw, emisji CO_2 , NO_x , SO_2 i innych cząsteczek,
- ochrona naturalnego środowiska nocnego, zredukowanie zakłócania naturalnych ekosystemów (zwierząt, roślin i procesów ekologicznych) oraz ochronę ptaków nocnych,
- unikanie oślepiania samolotów i statków,
- unikanie niepokojenia sąsiadów,
- rozwój astronomii zarówno profesjonalnej, jak i amatorskiej,
- zachowanie ciemnego nieba w zgodzie z deklaracją UNESCO dotyczącej praw przyszłych generacji: *Przyszłe generacje mają prawo do nie zniszczonej i nie zanieczyszczonej Ziemi, także prawo do czystego nieba*.

Można zaproponować proste rozwiązania mogące poprawić sytuację:

- używanie właściwej ilości światła, nie w nadmiarze,
- blokowanie światła, aby świeciło tylko w dół, a nie w górę czy na boki,
- używanie wyłącników czasowych tam, gdzie jest to możliwe,
- używanie niskoprężnych lamp sadowych, gdziekolwiek jest to możliwe, gdyż są one najbardziej wydajne energetycznie, a ich światło może być bez problemu odfiltrowane,
- unikanie kulistych światel ulicznych, chyba że są one prawidłowo osłonięte,
- unikanie zbędnego oświetlenia,
- edukacja ludności w zakresie negatywnego wpływu złego oświetlenia.

Pocieszające jest to, że niektóre firmy oświetleniowe (także w Polsce) w swojej ofercie podkreślają stosowanie przez siebie systemów redukcji „zanieczyszczenia światlnego”, aby w przyszłości można było zobaczyć Drogi Mleczną.

Tomasz Ścieżor

Plejady — daleko czy blisko?

Plejady (M 45) to jeden z efektowniejszych obiektów nocnego nieba, bezproblemowo widocznych gołym okiem. Znany już w starożytności piękny obiekt ma wielkie znaczenie w problematyce pomiarów odległości we Wszechświecie. Najnowsze wyniki precyzyjnych obserwacji pozwoliły za jednym zamachem rozstrzygnąć kontrowersje wokół spuściźny satelity astrometrycznego Hipparcos i podać bardzo dokładną odległość do jednej z gwiazd Plejad.

Na warsztat wzięto Atłasa (27 Tau), czyli drugą pod względem jasności członkinę Plejad. Jest to gwiazda podwójna (o tym nie wiedziano w starożytności) i cecha ta była podstawową „furtką” do uzyskania konkretnej liczby — Atłasa dzieli od Ziemi odległość między 434 a 446 l. św. Wbrew pozorom rozrzucony ten nie umniejsza wagę wyniku — ten jest naprawdę bardzo precyzyjny. Na takich dystansach, a w praktyce nawet dużo mniejszych, kompletnie zanika tradycyjna metoda paralaksy trygonometrycznej. Za to, jak widać, tryumfy świeci nowoczesna metoda interferometryczna. Jednym z użytych instrumentów był Interferometr Kecka, czyli dwa 10-m teleskopy Kecka „spięte” razem.

Jak wspomniano na początku, odległość do Plejad wynikająca z danych Hipparcosa wprawiła uczonych w wielkie zakłopotanie. Była bowiem mniejsza, aniżeli wynikająca z rozważań teoretycznych. Zaś modele gwiazdnej ewolucji, efekt wyżonej pracy ludzkiej przy wydatnej pomocy komputerów, wydawały się być bardzo dokładnymi. A przynajmniej ich twórcy tak łatwo nie pogodziły się z ich błędnością. Teraz mogą już spać spokojnie — zaiste pomiary Hipparcosa w odniesieniu do Plejad były błędne.

O tym, że Atłas jest układem podwójnym, wiadomo na pewno dopiero od 1974 r. Dzięki obserwacjom interferometrycznym udało się poznać dokładnie orbitę układu. Precyzyjna znajomość okresu obiegu była podstawą określenia wielkości separacji układu, czego konsekwencją była możliwość policzenia odległości gwiazdy od naszej najbliższej planety.

Opisane wyniki zostały opublikowane w „Nature” z dnia 22 stycznia 2004 r. Głównymi autorami pracy są Xiao Pei Pan z JPL oraz Shrinivas Kulkarni z Caltechu. (mag)

Astronomia

w podręczniku dla szkół ponadgimnazjalnych*

Trwała jeszcze reforma oświaty przekształciła m. in. przedmiot *Fizyka z astronomią* na nowy *Fizyka i astronomia*. Zmiana tylko jednej litery, a znacząca zmiana jakościowa, nie dostrzeżona nie tylko przez autorów większości podręczników, ale nawet przez autorów *Podstawy programowej*. W omawianym podręczniku astronomii poświęcono 18 stron tekstu (uzupełnione 6 zdjęciami o łącznej powierzchni 1 strony) na ogólną ich liczbę ponad 300. Z tych 18 stron wypisałem pokaźną listę w większości nieznanych uczniowi terminów. Oto ona:

- kosmologia,
- rok świetlny,
- modele kosmologiczne,
- parsek,
- model Wielkiego Wybuchu,
- paralaksa,
- stała kosmologiczna,
- cefedy,
- prawo Hubble'a,
- mgławice,
- stała Hubble'a,
- galaktyki,
- „umowny wiek Wszechświata”,
- Droga Mleczna,
- promieniowanie tła,
- gromady galaktyk,
- promieniowanie reliktowe,
- typ gwiazdowy
- izotropia promieniowania tła,
- jasność absolutna,
- fluktuacje promieniowania tła,
- diagram H-R,
- gęstość krytyczna,
- ciąg główny,
- ciemna materia,
- gałąź nadolbrzymów,
- „reliktowe neutrina tła”,
- gałąź olbrzymów,
- Wszechświat otwarty,
- gałąź białych karłów,
- Wszechświat zamknięty,
- okres niestabilności,
- mikrosoczewkowanie grawitacyjne,
- gwiazdy nowe,
- partnerzy supersymetryczni,
- gwiazdy neutronowe,
- cząstki zwierciadlanego świata,
- gwiazdy supernowe,
- ewolucja gwiazd,
- czarne dziury,
- ewolucja galaktyk,
- aktywne jądra galaktyk,
- ewolucja Wszechświata,
- kwazary,
- era Plancka,
- rozbłyski gamma,
- era plazmy kwarkowo-gluonowej,
- gwiazdy dziwne,
- era leptonowa,
- hiperony lambda,
- era promieniowania,
- gwiazdy kwarkowe,
- era gwiazdowa,
- teleskop,
- kwantowa teoria grawitacji,
- refraktor,
- łamanie symetrii fizyki cząstek,
- reflektor,
- III prawo Keplera (bez nazwy),
- światłość,
- Układ Słoneczny,
- turbulencje powietrza,
- planety,
- radioastronomia,
- satelity planet,
- radioteleskop,
- asteroidy,
- układy radioteleskopów
- komety,
- synchronicznie sterowane.
- ogon komety,
- układy radioteleskopów.

Łącznie 71 nowych, nieznanych uczniowi terminów i praw. Jak na 18 stron to sporo. Dla ścisłości: część z nich znajduje się nie w tekście podstawowym, a zaznaczonym jako uzupełniający.

Jest dość oczywiste, że przy takiej szczupłości tekstu wiele terminów użyto bez objaśnienia ich znaczenia bądź objaśnienia są niewystarczające, a nawet prowadzące do błędnych skojarzeń. Przykładowo:

- „istnieje odmiana gwiazd zmiennych zwanych cefidami, których jasność zmienia się okresowo, a okres tych zmian jest związany z odlegością gwiazdy od Ziemi” (s. 214),
- „absolutna jasność (czyli jasność przeskalowana do wartości, jaką miałyby widziane z jednakowej odległości)” (s. 224, w objaśnieniu do diagramu H-R). Przy okazji: na diagramie naniesiono nie jasność absolutną, a moc promieniowania w jednostkach mocy promieniowania Słońca. I parę wierszy niżej:
- „większość gwiazd leży w pobliżu linii prostej w pasie zwany ciągiem głównym”.
- „wybuch supernowej nie jest najbardziej gwałtownym zjawiskiem we Wszechświecie. Obliczenia wykazują, że w

* Fiałkowska M., Fiałkowski K., Sagnowska B., *Fizyka dla szkół ponadgimnazjalnych*, ZamKor, Kraków 2002

procesie ewolucji gwiazd jeszcze masywniejszych, zamiast gwiazd neutronowych mogą powstać znacznie bardziej egzotyczne obiekty zwane czarnymi dziurami". Czy czarna dziura jest gwałtownym zjawiskiem?

Zdarzą się też stwierdzenia całkowicie (a przynajmniej częściowo) błędne. Np.:

— „w miarę spalania wodoru na hel i cięższe pierwiastki gwiazda przesuwa się w górę wzdłuż ciągu głównego... Następnie wchodzi na gałąź olbrzymów (lub nadolbrzymów, jeśli jej masa jest wyjątkowo duża) i przesuwa się po niej, zwiększając temperaturę ... po pewnym czasie gwiazda „zawracą”, wchodząc w zakres niestabilności, po czym dochodzi znów do ciągu głównego po którym przesuwa się w dół ... Na koniec traci większą część swojej materii i jej jądro staje się białym karłem". (s. 225).

— „Okazało się jednak, że uzyskiwany obraz był znacznie gorszy niż oczekiwano, bo zwierciadło uległo odkształceniu podczas transportu". Mowa tu o zwierciadle teleskopu Hubble'a (s. 254).

— „polskie teleskopy... z których tylko jeden położony jest w górach... na Suhorze w Gorach ..." (s. 255). A gdzie stoi największy polski teleskop o średnicy zwierciadła 1,3 m?

— „Zauważmy, że wybuch ten nastąpił jeszcze przed powstaniem cywilizacji ludzkiej (ok. 300 000 lat temu), ale właśnie teraz dotarło do nas wysłane wtedy promieniowanie" (s. 226). Wielki Obłok Magellana jest niemal dwukrotnie bliżej.

— „przełom związały był z budową synchronicznie sterowanych układów radioteleskopów" (s. 256). Wątpliwe, że czytelnik skojarzy to z radiointerferometrią.

— „Precyza ... sięga jednej tysięcznej sekundy łuku" (s. 256). Jest przynajmniej o rząd wielkości lepsza.

— „Jeśli jej masa jest wystarczająco duża (co najmniej 5% masy Słońca)" (s. 225). Kompetentne źródła podają 8%.

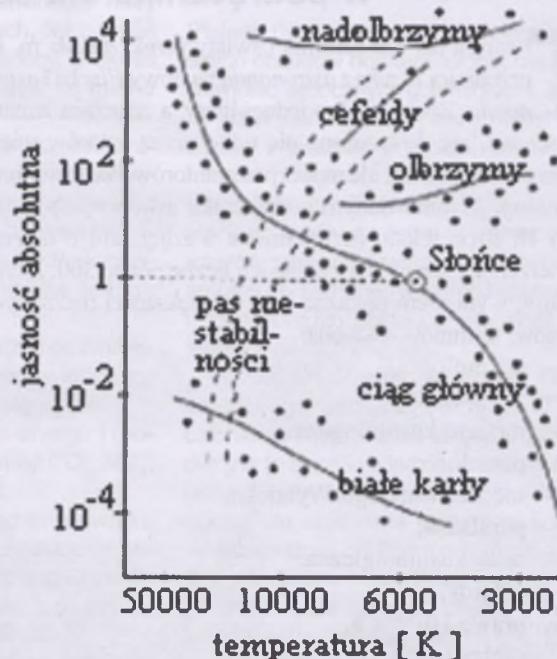
— „... przewagę uzyskały reflektory ..." (s. 253). Uzasadnienie niezbyt zgodne z prawdą.

— „Wspomnialiśmy w rozdz. 2, jak wyznaczano rozmiany planet i ich orbit ..." (s. 214). Nie ma nawet wzmianki.

— „Prawdopodobnie na peryferiach Układu Słonecznego ukrywają się jeszcze większe od Plutona..." (s. 49). Dziwiemy, że jest tam pas asteroid Kuipera.

Nie wiadomo, dlaczego autorzy, pisząc o teleskopach, tak mocno akcentują duże powiększenia: „Nie będziemy tu omawiać ... który umożliwił uzyskiwanie coraz większych powiększeń ... a także rzutowanie obrazu na ekran poza teleskopem."

Diagram Hertzsprunga-Russella



(s. 253). Oraz wcześniej: „Inne układy soczewek i/lub zwierciadeł (teleskopy) służą do powiększania kąta widzenia bardzo odległych obiektów" (s. 157). Nic o zdolności rozdzielczej i roli średnicy zrenicy wejściowej. Czyżby chcieli ugruntować dość powszechny pogląd, że dzięki dużym powiększeniom astronom po prostu w i d z i , co się dzieje we Wszechświecie i potem to opisuje?

Nie rozumiem też, dlaczego autorzy dość dużo uwagi poświęcają promieniowaniu kosmicznemu, traktując je jako trzecie źródło informacji o Wszechświecie (poza obserwacjami optycznymi i radiowymi), nie wspominając nawet o obserwacjach w innych zakresach widma, szczególnie w zakresie rentgenowskim i gamma.

Nie znalazła się też w podręczniku choćby sugestia wykonania przez ucznia nawet najprostszej obserwacji. A może nawet warto było napisać o adresowanym do amatorów (w tym głównie licealistów) projekcie prof. Paczyńskiego wykonywania bardzo wartościowych obserwacji małymi przyrządami (teleskop o średnicy 10-cm z detektorem CCD).

Co jest przyczyną takiego, powiedzmy delikatnie, niedopracowania większości znajdujących się na rynku podręczników? Oczywiście to, o czym wszyscy wiedzą, a nikt nie chce mówić — pieniądze. Aby zdobyć liczący się udział w rynku, trzeba wyprzedzić konkurentów, a jest ich bardzo wielu. Trzeba pisać szybko, nie zastanawiając się wiele nad treścią. Nie bez winy są też recenzenci dość beztrosko dopuszczający podręczniki do użytku szkolnego. Choć wielu twierdzi, że winą nie jest beztroska, a nieopłacalność rzetelnych recenzji. Po prostu piszący rzetelną recenzję nie może liczyć na następną.

Juliusz Domański



ASTRO-BIT

Oprogramowanie i materiały astronomiczne

Ireneusz Włodarczyk
ul. Rewolucjonistów 15/13
42-500 Będzin

tel.:(0-32) 761-29-46 e-mail: astrobit@ka.onet.pl

Niezwykła misja

W najbliższym czasie Voyager 2 wypełni swoje przedostatnie zadanie. W listopadzie 2003 r. znalazła się w odległości 90 j.a. od Słońca i lada dzień znajdzie się w strefie zderzenia wiatru słonecznego z zewnętrznym „wiatrem międzygwiazdowym”, uznawanej niekiedy za ostateczną granicę Układu Słonecznego. Jest to też najdłuższa (Voyagery wystartowały w 1977 r.) i najbardziej niezwykła misja kosmiczna, jaką dotychczas zrealizowano.

W połowie lat 60. dwaj młodzi uczeni z JPL (Jet Propulsion Laboratory) w Pasadena (Kalifornia) Gary Flandro i Michael Minowich zaproponowali wysłanie próbnika międzyplanetarnego w rejon wielkich planet Układu Słonecznego. Bodźcem było zbliżające się korzystne położenie wszystkich wielkich planet, pozwalające na dotarcie w pobliżu każdej z nich przez pojedynczy statek kosmiczny. Misja mogła się udać pod warunkiem, że start nastąpi w 1977 r. Na kolejne korzystne ustawnienie należałyby czekać do 2154 r. Mimo przewidywanych olbrzymich trudności (w latach 70. wykonanie pojazdu mogącego odbyć dwunastoletnią podróż wydawało się nieomal niemożliwe) projekt zyskał aprobatę NASA i wszedł w stadium realizacji pod nazwą Grand Tour (Wielka Wyprawa). Początkowo rozpatrywano możliwość wysłania 4–5 sond. Dwie pierwsze odwiedziłyby Jowisza, Saturna i Plutona, a następnie dwie (lub trzy) — Jowisza, Saturna, Urana i Neptuna. Ograniczenia budżetu NASA na początku lat 70. wymusiły zmianę projektu (Mini-Grand Tour). Postanowiono wysłać jedynie dwie sondy, którym w maju 1972 r. nadano nazwę Voyager (Podróżnik). Wykorzystanie manewrów grawitacyjnych (przyśpieszenie i zmiana kierunku lotu sondy polem grawitacyjnym planet) zapewniło przelot w stosunkowo krótkim czasie. Bez tych manewrów dotarcie do Neptuna zajęłoby ok. 30 lat. Fizyczne podstawy takich manewrów są znane od dość dawna. Opracowano je przy obliczaniu orbit komet silnie perturbowanych polem grawitacyjnym planet (François Tisse-

rand, 1889). Były one wykorzystywane wcześniej, np. Mariner 10 został skierowany na orbitę zbliżenia z Merkurem polem grawitacyjnym Wenus. Zauważmy jeszcze, że ograniczony projekt Grand Tour nie przewidywał odwiedzin Urana i Neptuna. Dlatego też oba aparaty były obliczone tylko na 5 lat działania. Dla scisiości trzeba dodać, że dla Voyagera 2 przewidywano możliwość przedłużenia misji. Dlatego też trajektorię Voyagera 1 oznaczono skrótem JST (Jupiter, Saturn, Titan), a Voyagera 2 JSX (Jupiter, Saturn, planeta X). Startujący nieco później Voyager 1 poruszał się po nieco krótszej (i mniej ekonomicznej) trasie, wyprzedzając Voyagera 2 jeszcze przed osiągnięciem Jowisza.

Wyposażenie w aparaturę badawczą pozwalało na jednoczesne prowadze-

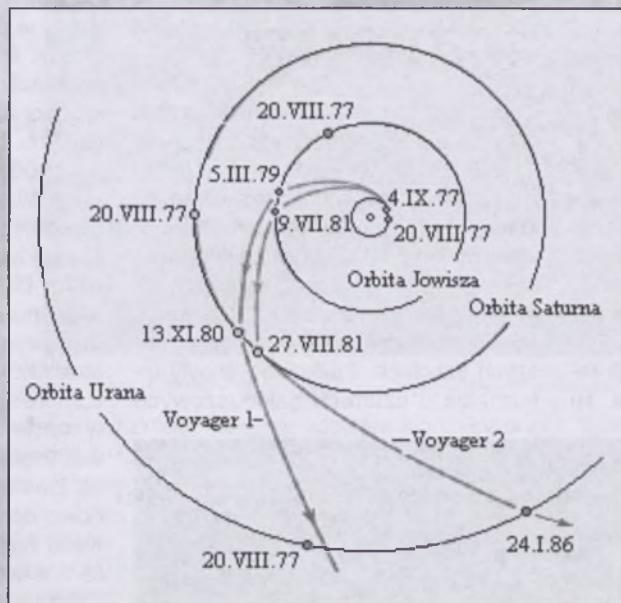
— Badaniom plazmy służyły: detektor plazmowy, detektor promieni kosmicznych i detektor cząstek naładowanych małej energii wraz z antenami do badania pola radiowego i fal plazmowych.

— Dwa magnetometry do badania słabych i silnych pól magnetycznych.

— Dodatkowych możliwości dostarczał układ łączności radiowej sondy (z antenną paraboliczną o średnicy 3,7 m). Charakter zmian sygnału radiowego w czasie wchodzenia sondy w cień planety dostarczał informacji o podstawowych parametrach ich atmosfer.

Poświęćmy też nieco uwagi „oprzyrządowaniu wewnętrznemu” Voyagerów, bez którego nie mogłyby one wykonać swej misji. Źródło energii — 3 berylowe pojemniki zawierające pluton 238. Moc cieplna (na początku misji) wynosiła 2400 W, co dzięki generatorom termoelektrycznym pozwalało na wytworzenie 423 W mocy elektrycznej. Generatory fotoelektryczne były w tym przypadku nieprzydatne ze względu na zbyt małe natężenie oświetlenia w rejonie wielkich planet. Drugim źródłem energii dla silniczków korekcyjnych był zbiornik zawierający 120 kg hydrazyny. Masa całkowita sondy wynosiła zaledwie 815 kg. Łączność z Ziemią zapewniały dwa nadajniki pracujące na częstotliwościach 8418 MHz i 2295 MHz. Drugi nadajnik pracował stale, pierwszy włączany był tylko okresowo, gdy zachodziła potrzeba transmisji większej liczby danych. O parabolicznej antenie nadawczej wspomnialiśmy już wcześniej. Moc ka-

dego nadajnika — 23 W. Mimo tak małej mocy nadajników utrzymanie łączności było możliwe (i jest do dzisiaj) dzięki precyzyjnemu nakierowaniu anteny sondy w kierunku Ziemi i dużej czułości odbiorników naziemnych. Do celów łączności wykorzystywano trzy stacje łączności w Goldstone (Kalifornia), Madera i Carnarvon (Australia). Stacje posiadają anteny paraboliczne o średnicyach 64 m i 70 m. Moc nadajników współpracujących z antenami dochodziła do 100 kW, a w drugiej części misji nawet do 400 kW. Do odbioru rozkazów z Ziemi służyły dwa odbiorniki (drugi był rezerwowy). Mózgiem całego złożonego systemu były dwa komputery. Jeden z nich był rezerwowy, ale mogły też pracować równolegle. W tym miejscu war-



nie 11 eksperymentów naukowych. Opiszemy je pokrótko.

— Dwie kamery telewizji barwnej, szeroko- (3°) i wąskokątna ($0,4^\circ$) o ogniskowych odpowiednio 200 i 500 mm, o wysokiej zdolności rozdzielczej (800 linii) wykorzystujące specjalne widikoniny z pamięcią obrazu.

— Dwa spektrometry przeznaczone do pracy w zakresach podczerwonym (4–50 mm) i ultrafioletowym (50–170 nm). Pierwszy przeznaczony do badania składu chemicznego atmosfer planety, drugi rejestrował promieniowanie silnie wzbudzonych atomów.

— Fotopolarymetr (tylko Voyager 2) analizował fizyczne własności aerosoli w atmosferach planet i powierzchniach ich satelitów.

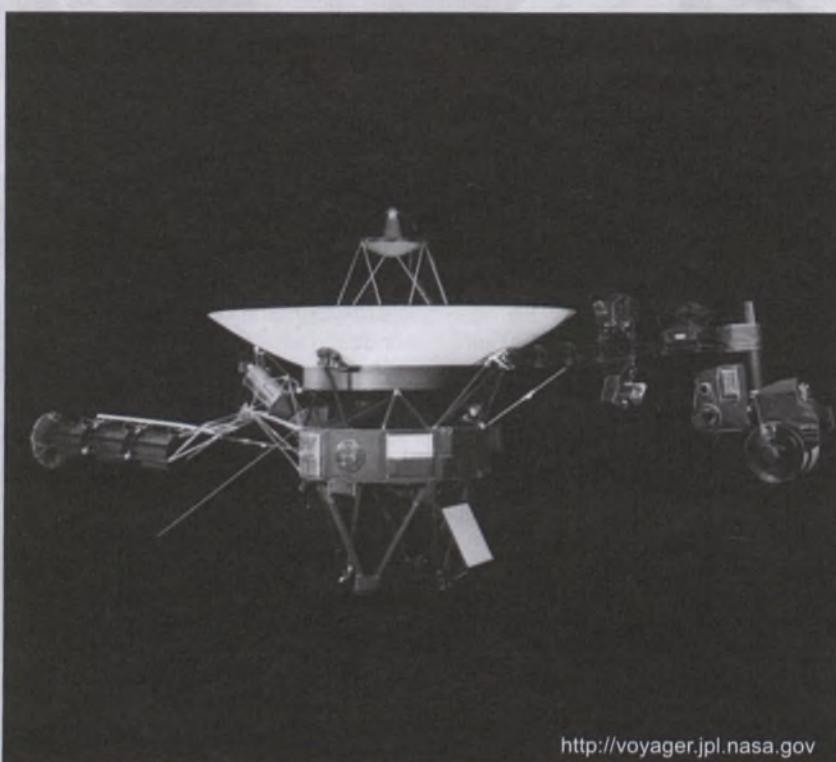
to uświadomić sobie, na jakim etapie rozwoju były komputery w 1977 r. Misja Voyagerów przebiegała na ogół bardzo sprawnie. Kilka usterek (o niektórych wspomnimy później) udało się bez szkody dla realizacji programu usunąć. Największym zagrożeniem misji była decyzja administracji prezydenta Reagana o przerwaniu łączności z Voyagerami. Próbowano ją przeforsować w 1981 r. po minięciu Saturna przez Voyagera 2. Tylko dzięki interwencji wiceprezydenta George'a Busha i przywódcy większości senackiej Howarda Bakera program został uratowany. Mimo niebagatelnego kosztu misji, 865 min dolarów, obywatel amerykański wydatkował na ten cel zaledwie 20 centów rocznie.

Start Voyagerów nastąpił, jak planowano, w 1977 r. Jako pierwszy wystartował Voyager 2 w dniu 20 sierpnia, nieco później, 5 września Voyager 1. Już na pierwszym etapie podróży, wiosną 1978 r. odbiornik Voyagera 2 przestał odbierać sygnały. Jak się okazało po paru dniach, przyczyną było nienadanie przez operatora w czasie poprzedniej sesji łączności specjalnej komendy przeznaczonej dla samego odbiornika, informującej o zakończeniu seansu. Skutkiem było trwałe odstrojenie się odbiornika. Po raz kolejny okazało się, jak zawodny jest człowiek. Próba nawiązania łączności przez odbiornik rezerwowy również się nie powiodła. Tu

zawiódł układ automatycznego dostrajania. A był on niezbędny, gdyż tylko dopplerowskie przesunięcie częstotliwości, wynikające z ruchu obrotowego Ziemi, ok. 30-krotnie przekraczało szerokość pasma przenoszenia odbiornika. Sprawę rozwiązano dość prosto. Sprzężony z naziemnym nadajnikiem komputer obliczał na bieżąco niezbędną częstotliwość i przestrażał nadajnik tak, aby mimo wszystko trafiała ona w pasmo przenoszenia. Rozwiązanie jest skuteczne do dziś. Dodajmy jeszcze, że w pamięci pokładowych komputerów znajdują się dwa programy awaryjne, umożliwiające im podejmowanie samodzielnych decyzji, gdy brak czasu na konsultacje z Ziemią. A takich konieczności nie można było wykluczyć; np. przy spotkaniu z Neptunem czasu na konsultacje na pewno nie było, czas przebiegu sygnału radiowego na Ziemię i z powrotem wynosił wówczas ponad 8 godzin! Voyager osiągnęły Jowisza w 1979 r., 5 marca i 9 lipca. Wyniki spotkania znalazły się już w podręcznikach zarówno akademickich, jak i szkolnych (niektórych). A były one imponujące. Samych zdjęć (i to doskonalej jakości) otrzymaliśmy ponad 33 000. Z tych zdjęć zmontowano krótki film pokazujący ruch atmosfery Jowisza. Imponujący! Szkoda, że nie możemy pokazywać go w naszych szkołach. Zaskakujące były informacje o czterech galileuszowych

księżycach Jowisza. Tak podobne przy oglądaniu z Ziemi okazały się bardzo różne (w roku startu Voyagerów dopiero przystępowało do budowy teleskopu Hubble'a). Voyagera stwierdziły też istnienie słabych pierścieni wokół Jowisza. Po niewielkiej zmianie trajektorii lotu wyruszyły w dalszą podróż do Saturna, który osiągnęły w trochę większym odstępie czasowym, bo 12 lipca 1980 i 26 sierpnia 1981 r. Na dwie godziny przed rozpoczęciem badań Voyager 2 źle ustawił się w przestrzeni i jego sygnały przestały docierać na Ziemię. Błąd bardzo szybko udało się skorygować i program badań został wykonyany niemal w całości. Voyager 1 polem grawitacyjnym Saturna został skierowany do największego jego satelity, Tytana, a następnie ponad płaszczyznę ekleptyki. Voyager 2, również dzięki manewrowi grawitacyjnemu, został wyprawiony w prawie pięcioletnią podróż do Urana. Pierwszy obraz Uranu został przekazany na Ziemię 15 lipca 1985 r., gdy sondę dzieliło od planety ok. 246 mln km. Znowu był to sukces, bowiem po spotkaniu z Saturnem ponownie uległ awarii odbiornik Voyagera oraz mechanizm sterujący ruchem kamer telewizyjnych. Obie usterki zdalnie usuńto. Dokonano również przeprogramowania komputerów, dostosowując je do nowych, trudnych zadań. Dzięki zastosowaniu nowych, lepszych metod kompresji danych (opracowanych już w czasie lotu Voyagera) uzyskano nawet większą prędkość ich przesyłania na Ziemię. Może być interesujące, że nowo opracowane rozwiązania testowano najpierw na aparaturze Voyagera 1, a dopiero potem włączono w program Voyagera 2. Zmieniono też sposób uzyskiwania obrazów telewizyjnych. Oświetlenie słoneczne na Uranie jest już 370 razy słabsze niż na Ziemi, a na Neptunie nawet 900 razy. Konieczne było zwiększenie czasu ekspozycji: przy spotkaniu z Neptunem wynosił on 15 i więcej sekund, a dla jego ciemnych satelitów nawet od 2 do 10 min. W czasie ekspozycji kamery musiały się obracać, kompensując w ten sposób ruch względny fotografowanego obiektu. Nie było to łatwe przy prędkości pojazdu 18 km/s, a mimo to uzyskane zdjęcia były doskonalej jakości.

Właściwe spotkanie z Uranem nastąpiło 24 stycznia 1986 r. Zostało potwierdzone istnienie zaobserwowanych wcześniej z powierzchni Ziemi w sposób pośredni pierścieni. Do rejestracji satelitów Uranu dopisano kolejnych 10.

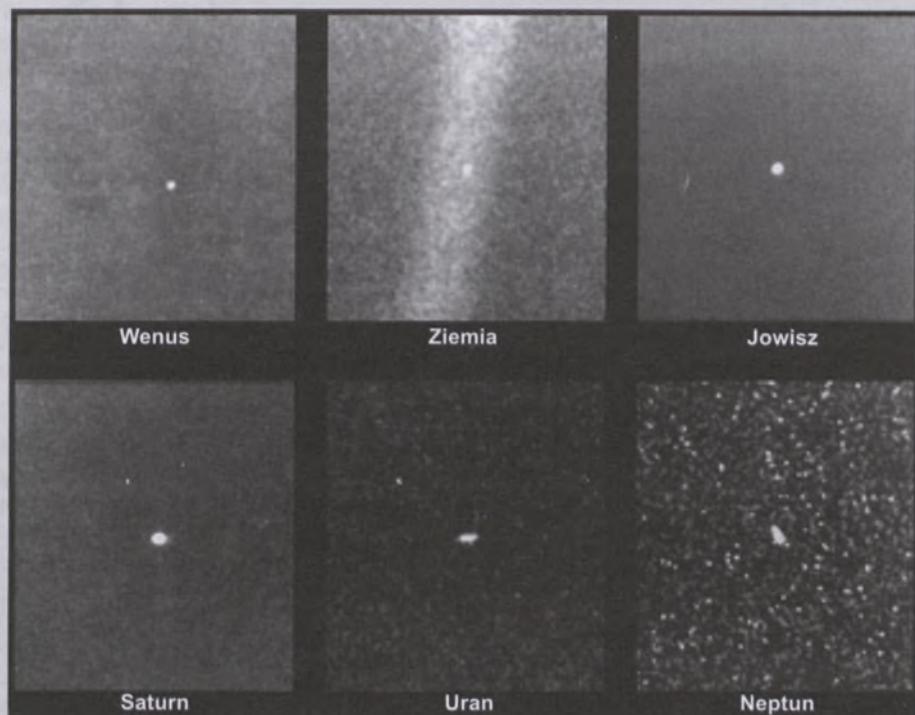


<http://voyager.jpl.nasa.gov>

Portret planet Układu Słonecznego z „zewnętrzną” uzyskany przez Voyagera 1

Od lewej do prawej i na dole to obrazy Wenus, Ziemi, Jowisza, Saturna, Urana i Neptuna. Merkury był za blisko Słońca, aby go sfotografować, Mars nie był widoczny w kamerze Voyagera z powodu rozproszonego światła słonecznego na systemie optycznym, a Pluton nie został tu włączony z powodu jego bardzo małych rozmiarów w aktualnej odległości od sondy kosmicznej. Obrazy planet zostały uzyskane 14 lutego 1990 r. kamerą wąskokątną o ogniskowej 1500 mm w 3 barwach, gdy sonda znajdowała się w odległości ponad 6,5 mld km od Ziemi i 32° nad ekliptyką. Tło obrazów jest sztuczne i wynika z ich powiększenia. Na Jowiszu i Saturnie można było dostrzec szczegóły topograficzne, Uran i Neptun wyglądają większe, niż rzeczywiście są, z powodu wydłużonego czasu ekspozycji. Ziemia wydaje się położona w pasmie światła z powodu przypadkowej konicydenacji jej położenia bardzo blisko Słońca ze strugą rozproszonego światła słonecznego. Ziemia miała rozmiar 0,12 piksela, a Wenus 0,11 piksela.

Fot. Voyager 1 Team, NASA



Jeszcze jeden manewr w polu grawitacyjnym i Voyager 2 pomknął w kierunku kolejnej planety X (Neptuna), osiągając go 24 stycznia 1989 r. (12 lat po startie). Część planetarna misji została zakończona. Jeszcze w kwietniu 1990 r. kamery wykonały (i przesyłyły na Ziemię) zdjęcie całego układu planetarnego, po czym wyłączeno kamery, detektory podczerwieni i fotopolarymetr. Sztab obsługi naziemnej zredukował do minimum. Pracują nadal magnetrometry i detektory cząstek naładowanych, a także układ nadawczo-odbiorczy utrzymujący łączność z Ziemią. Jak wspomnialiśmy na początku, sonda znajduje się w pobliżu miejsca zderzenia wiatru słonecznego z zewnętrznym wiatrem międzygwiezdowym. Być może w czasie gdy artykuł ukaże się w druku, dotrą na Ziemię wyniki pomiarów z tego regionu. Być może również sonda (czynna) wydostanie się poza granice heliosfery i dostarczy danych o ośrodku międzygwiezdowym. Szanse są, bowiem ogniska radioizotopowe będą dostarczały energii do 2015 r. Być

może dane te odbierze siedzący przy jednym z pulpitów Jet Propulsion Laboratory wnuk jednego z projektantów misji!

Pozbawiony energii Voyager będzie leciał dalej i może kiedyś wypełni ostatnią część swej misji. Przewidziano bowiem możliwość, że kiedyś, gdzieś we Wszechświecie przechwycą go istoty intelligentne. Otworzą wówczas specjalny pojemnik przytwierdzony do kadłuba pojazdu i znajdą sposób odtworzenia znajdującej się w nim płyty gramofonowej (płyty kompaktowe w czasie wysyłania sondy nie istniały). Na płycie zakodowane są obrazy i dźwięki. Pierwsza część zapisu pozwala na odtworzenie 116 ilustracji. Przedstawiono na nich położenie Ziemi w Układzie Słonecznym i Galaktyce, strukturę DNA i chromosomów, skład chemiczny Ziemi i jej atmosfery, oceany, rzeki, kontynenty, kwiaty, drzewa, owady i zwierzęta. Dalsze ilustracje pokazują ludzi w różnych sytuacjach i przykłady architektury. Z pracy Newtona *De mundi systeme zaczerpnięto rysunek przedstawią-*

jący wprowadzenie kuli armatniej na orbitę. Część obrazową zamkają zdjęcie zachodu słońca, kwartetu smyczkowego, skrzypiec i fragmentu zapisu nutowego jednego z kwartetów Ludwiga von Beethovena. Fraza tego utworu otwiera drugą część płyty. Po niej następują wypowiedzi kilkudziesięciu osób. Każda z nich mówi w innym języku. Dalej nagrane są dźwięki symbolizujące ruchy planet, tworzenie się i ewolucję Ziemi, narodziny życia i ludzkiej cywilizacji. Dalszą część płyty zajęła muzyka. Wśród 27 utworów znalazły się 3 kompozycje Bacha, 2 Beethovena, próbki muzyki prymitywnej, ludowej, chińskiej, rockandrollowej i bluesowej. Nagranie kończy kwartet smyczkowy B-dur opus 130 Beethovena (w całości).

Sądzimy, że odyseja Voyagerów może być doskonałą kanwą przy realizacji tematu *cechy fizyczne planet*, a przesłanie do innych cywilizacji wstępem do dyskusji o możliwościach życia we Wszechświecie.

Juliusz Domański

Maj

Słońce

Wznosi się po ekleptyce nadal coraz wyżej ponad równik niebieski, w związku z czym dzień jest coraz dłuższy i w ciągu miesiąca przybywa go o ponad godzinę: w Warszawie 1 maja Słońce wschodzi o 3^h05^m, zachodzi o 18^h02^m, a 31 maja wschodzi o 2^h21^m, zachodzi o 18^h47^m.

W dniu 4 maja wystąpi całkowite zaćmienie Księżyca, widoczne w Polsce.

W maju Słońce wstępnie w znak Bliźniąt.

Dane dla obserwatorów Słońca (na 0^h czasu UT)

Data 2004	P [°]	B ₀ [°]	L ₀ [°]
V 1	-24,09	-4,14	9,74
3	-23,72	-3,93	343,31
5	-23,32	-3,72	316,87
7	-22,89	-3,51	290,43
9	-22,43	-3,30	263,99
11	-21,94	-3,08	237,54
13	-21,43	-2,86	211,09
15	-20,89	-2,63	184,64
17	-20,33	-2,40	158,19
19	-19,73	-2,17	131,74
21	-19,12	-1,94	105,28
23	-18,48	-1,70	78,82
25	-17,81	-1,47	52,36
27	-17,13	-1,23	25,90
29	-16,42	-0,99	359,43
V 31	-15,69	-0,75	332,97

P – kąt odchylenia osi obrotu Słońca mierzony od północnego wierzchołka tarczy;

B₀, L₀ – heliograficzna szerokość i długość środka tarczy;

1^d17^h42^m oraz 28^d22^h58^m – heliograficzna długość środka tarczy wynosi 0°.

Księżyca

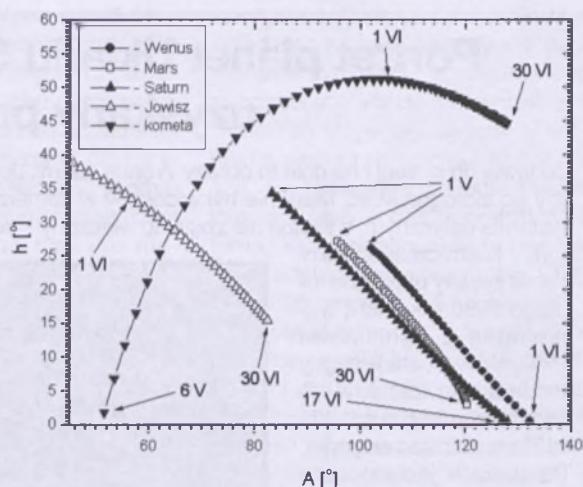
Bezksiążycowe noce będziemy mieli tuż po połowie miesiąca, bowiem kolejność faz Księżyca jest w maju następująca: pełnia 4^d20^h33^m, ostatnia kwadra 11^d11^h04^m, nów 19^d04^h52^m oraz pierwsza kwadra 27^d07^h57^m. W perigeum Księżyca znajdzie się 6^d04^h31^m a w apogeum 21^d12^h02^m.

Planety i planetoidy

Merkury znajduje się na niebie w pobliżu Słońca i jest niewidoczny.

Na początku miesiąca, w godzinę po zachodzie Słońca możemy obserwować Wenus świeczącą nad zachodnim horyzontem na wysokości 26°. Planeta ma wtedy jasność -4,5^m, a przez teleskop możemy obserwować jej malejący sierp (w fazie 30%) o średnicy 40''. W związku ze zbliżaniem się Wenus do czerwcowej koniunkcji warunki jej widzialności szybko się pogarszają. Na przełomie maja i czerwca Wenus zachodzi pod koniec zmierzchu cywilnego, a jej obserwacja staje się niemożliwa.

Także wieczorem w pobliżu Wenus w gwiazdozbiorze Bliźniąt można obserwować Marsa, którego wysokość nad

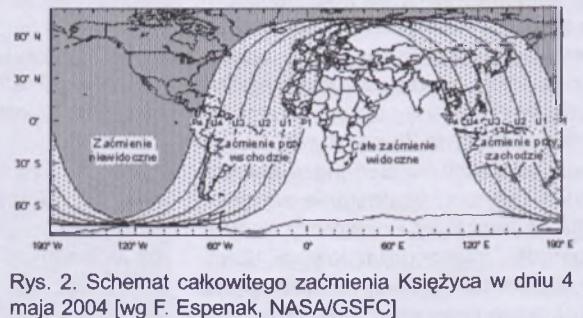
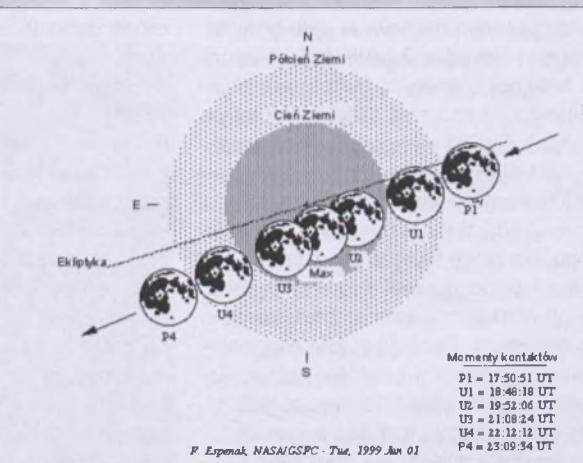


Rys. 1. Wenus, Mars, Jowisz i Saturn nad zachodnim horyzontem (w Warszawie) w maju i czerwcu 2004 pod koniec zmierzchu cywilnego (około godzinę po zachodzie Słońca). Pokazane jest także położenie komety C/2001 Q4 (NEAT) w tym okresie (azymut liczony od południa)

horyzontem w ciągu miesiąca maleje od 27° do 13°. Jasność planety wynosi jedynie 1,8^m przy średnicy tarczy zaledwie 4'', toteż obserwacja jakichkolwiek szczegółów powierzchniowych jest niemożliwa.

Jowisz jest widoczny wieczorem w gwiazdozbiorze Lwa jako „gwiazda” -2^m. W ciągu miesiąca wysokość planety nad zachodnim horyzontem (mierzona pod koniec zmierzchu cywilnego) maleje od prawie 50° do 30°.

Wieczorem w gwiazdozbiorze Bliźniąt w pobliżu Marsa zobaczymy Saturna świejącego z jasnością 0,2^m. W ciągu miesiąca wysokość planety nad wieczornym horyzontem,



Rys. 2. Schemat całkowitego zaćmienia Księżyca w dniu 4 maja 2004 [wg F. Espenak, NASA/GSFC]

wynosząca początkowo 34° , szybko maleje do zaledwie 10° i pod koniec maja jej obserwacja staje się trudna.

Uran i Neptun przebywają na niebie w pobliżu Słońca i są niewidoczne.

Pluton jest widoczny całą noc w gwiazdozbiorze Węża, jednakże jego jasność wynosi jedynie $13,8^m$ i do jego zaobserwowania jest niezbędny teleskop o średnicy zwierciadła przynajmniej 15 cm.

W maju w pobliżu opozycji nie znajduje się żadna jasna planetoida, można za to obserwować dwie komety, z których jedna powinna być jasnym obiektem, bez problemu widocznym gołym okiem:

Kometą C/2001 Q4 (NEAT) „wyłoni się” wieczorem zza zachodniego horyzontu w maksimum swojej jasności ($0,9^m$), w ciągu zaledwie tygodnia wznieśnie się na wysokość 30° nad horyzontem (ok. godzinę po zachodzie Słońca), praktycznie utrzymując podaną jasność. Pod koniec miesiąca kometą będzie świeciła wieczorem wysoko na niebie z jasnością 3^m .

11 V: $8^h04,1^m$, $+3^{\circ}08'$; 21 V: $9^h02,7^m$, $+32^{\circ}28'$; 31 V: $9^h35,6^m$, $+43^{\circ}54'$.

Kometą C/2003 K4 (LINEAR) w maju będzie widoczna nad ranem praktycznie w zenicie na tle gwiazdozbioru Łabędzia. Pod koniec miesiąca osiągnie jasność $8,4^m$, przez co możliwa stanie się jej obserwacja przez większe lornetki.

1 V: $20^h07,2^m$, $+30^{\circ}43'$; 11 V: $19^h56,5^m$, $+34^{\circ}09'$; 21 V: $19^h38,6^m$, $+37^{\circ}59'$; 31 V: $19^h10,1^m$, $+41^{\circ}56'$.

Meteory

W dniach od 19 kwietnia do 28 maja promieniują meteory z roju eta Akwarydów (ETA), związanego z kometą Halleya (był obserwowany już w VII w. w Chinach). W roju tym obserwuje się jasne, szybkie meteory, pozostawiające bardzo długie ślady. Maksimum aktywności roju przypadka w tym roku w dniu 5 maja. Radiant meteorów leży w gwiazdozbiorze Wodnika i ma współrzędne: $\alpha = 22,5^h$, $\delta = -1^{\circ}$. Warunki obserwacji w tym roku będą bardzo złe, gdyż Księżyc w pełni praktycznie uniemożliwi obserwacje tego roju.

2^d Gwiazda zmienna długookresowa R Lyn (miryda) ($7^h01,3^m$, $+55^{\circ}20'$) osiąga maksimum jasności ($7,9^m$).

4^d Całkowite zaćmienie Księżyca. Zaćmienie widoczne w Afryce, zachodniej Azji, na Półwyspie Indyjskim oraz na Oceanie Indyjskim; we wschodniej i północno-wschodniej Azji oraz w Australii przy zachodzie Księżyca, oraz w Europie (w tym w Polsce), Ameryce Południowej i na Atlantyku przy wschodzie Księżyca. Maksymalna faza zaćmienia wyniesie 1,309. Przebieg zaćmienia: wejście Księżyca w półcień: 17^h51^m , początek zaćmienia częściowego: 18^h48^m , początek zaćmienia całkowitego: 19^h52^m , maksimum zaćmienia: 20^h30^m , koniec zaćmienia całkowitego: 21^h08^m , koniec zaćmienia częściowego: 22^h12^m , wyjście Księżyca z półcienia: 23^h10^m . W Polsce Księżyca wzajemnie na początku fazy półcieniowej, a w momencie maksimum znajdował się będzie na wysokości 15° nad horyzontem.

5^d 13^h Jowisz nieruchomy w rektascensji.

5^d 14^h Minimalna libracja Księżyca ($2,4^{\circ}$) w kierunku Sinus Iridium (oświetlona).

8^d 22^h 28^m Gwiazda zmienna ζ Gem (cefeida) osiąga maksimum jasności ($3,6^m$).

10^d Gwiazda zmienna długookresowa X Oph (miryda) ($18^h38,3^m$,

$+8^{\circ}50'$) osiąga maksimum jasności ($6,8^m$) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 2/2003].

10^d 22^h 03^m Gwiazda zmienna η Aql (cefeida) osiąga maksimum jasności ($3,5^m$) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 4/2003].

11^d 00^h Złączenie Neptuna z Księżykiem w odleg. 6° .

11^d 19^h Maksymalna libracja Księżyca ($9,4^{\circ}$) w kierunku Mare Humboldtianum (zacienniona).

12^d 15^h Złączenie Urana z Księżykiem w odleg. 4° .

14^d Gwiazda zmienna długookresowa χ Cyg (miryda) ($19^h50,5^m$, $+32^{\circ}55'$) osiąga maksimum jasności ($5,2^m$) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 1/2002].

14^d 20^h 48^m Gwiazda zmienna δ Cep (cefeida) osiąga maksimum jasności ($3,5^m$) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 1/2003].

14^d 21^h Merkury w maksymalnej elongacji zachodniej od Słońca w odległości 26° .

15^d Gwiazda zmienna długookresowa RT Cyg (miryda) ($19^h43,6^m$, $+48^{\circ}47'$) osiąga maksimum jasności ($7,3^m$) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 1/2002].

16^d 22^h Złączenie Merkurego z Księżykiem w odleg. 2° .

17^d 11^h Neptun nieruchomy w rektascensji.

18^d Gwiazda zmienna długookresowa R Dra (miryda) ($16^h32,6^m$, $+66^{\circ}45'$) osiąga maksimum jasności ($7,6^m$) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 6/2002].

18^d 00^h Wenus nieruchoma w rektascensji.

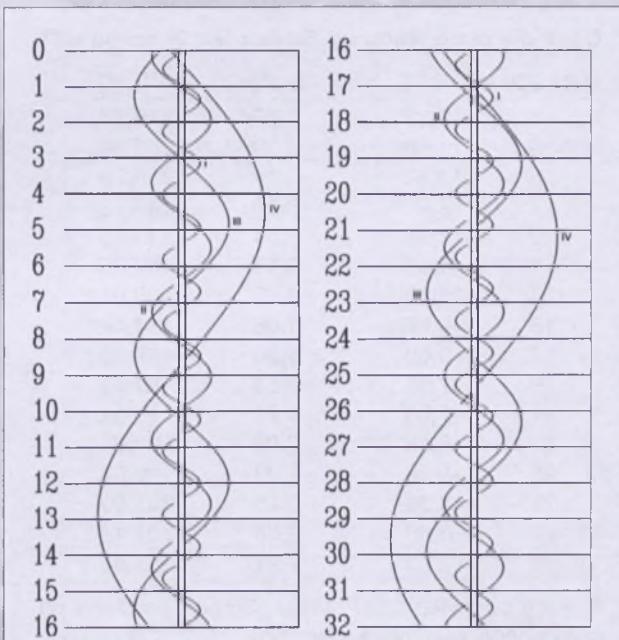
18^d 00^h 12^m Gwiazda zmienna η Aql (cefeida) osiąga maksimum jasności ($3,5^m$) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 4/2003].

19^d Gwiazda zmienna długookresowa U Her (miryda) ($16^h25,8^m$, $+18^{\circ}54'$) osiąga maksimum jasności ($7,5^m$).

19^d 02^h Minimalna libracja Księżyca ($2,8^{\circ}$) w kierunku Mare Australie (zaciennione).

20^d 17^h 00^m Słońce wstępnie w znaku Bliźniąt, jego długość eklipsyczna wynosi wtedy 60° .

21^d 11^h Zakrycie planety Wenus ($-4,4^m$) przez ciemną część Księżyca tuż po nowiu, widoczne w całej Polsce na wysokości ok. 60° nad horyzontem (Zielona Góra $11^{\circ}26'$ — Olsztyn $11^{\circ}36'$). W momencie zakrycia Wenus będzie się znajdowała na niebie w odległości 26° od Słońca. Obserwacja zjawia-



Rys. 3. Konfiguracja galileuszowych księżyców Jowisza w maju 2004 (I – Io, II – Europa, III – Ganymedes, IV – Callisto). Przerwa w trasie księżyca oznacza przebywanie satelity w cieniu planety. Zachód na prawo od środkowego pasa (tarczy planety), wschód na lewo

ska możliwa będzie jedynie przy bardzo przejrzystej atmosferze (najlepiej w górach) przy zachowaniu środków ostrożności (należy bezwzględnie unikać ryzyka skierowania do wolnego sprzętu obserwacyjnego na Słońce).

- 21^d12^h Złączenie Wenus z Księżykiem w odł. 0,3°.
- 22^d18^h Złączenie Marsa z Księżykiem w odł. 3°.
- 22^d20^h Złączenie Saturna z Księżykiem w odł. 4°.
- 25^d06^h Złączenie Marsa z Saturnem w odł. 2°.
- 27^d03^h Maksymalna libracja Księżyca (9,6°) w kierunku krateru Schickard (zaciemiony).
- 27^d13^h Złączenie Jowisza z Księżykiem w odł. 3°.
- 30^d Gwiazda zmienna długookresowa R Aur (miryda) (5^h17,3^m, +53°35') osiąga maksimum jasności (7,7^m).
- 30^d Gwiazda zmienna długookresowa o Cet (miryda) (2^h19,3^m, -2°58') osiąga maksimum jasności (3,4^m) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 3/2002].
- 30^d23^h11^m Gwiazda zmienna δ Cep (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,5^m) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 1/2003].

Czerwiec

Słońce

W czerwcu deklinacja Słońca wzrasta aż do dnia przesilenia letniego, 21 czerwca, kiedy osiągnie wartość maksymalną: Słońce wstępnie wtedy w zodiakalny znak Raka, rozpoczynając w ten sposób astronomiczne lato. W związku z tym w czerwcu przypada najdłuższy dzień i najkrótsza noc w roku na naszej półkuli.

W Warszawie 1 czerwca Słońce wschodzi o 2^h20^m, zachodzi o 18^h48^m, a 30 czerwca wschodzi o 2^h18^m, zachodzi o 19^h01^m. Najwcześniej Słońce wjezdzie w dniu 17 czerwca (2^h14^m), najpóźniej zajdzie w dniu 24 czerwca (19^h01^m).

W dniu 8 czerwca nastąpi przejście planety Wenus na tle tarczy Słońca (widoczne w Polsce).

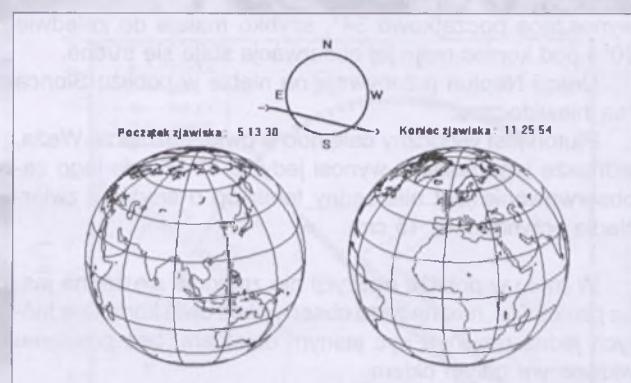
Dane dla obserwatorów Słońca (na 0^h czasu UT)

Data 2004	P [°]	B ₀ [°]	L ₀ [°]
VI 1	-15,32	-0,63	319,73
3	-14,56	-0,39	293,26
5	-13,79	-0,14	266,79
7	-12,99	0,10	240,32
9	-12,18	0,34	213,85
11	-11,36	0,58	187,38
13	-10,52	0,82	160,91
15	-9,67	1,06	134,44
17	-8,80	1,30	107,96
19	-7,93	1,53	81,49
21	-7,05	1,77	55,02
23	-6,16	2,00	28,54
25	-5,26	2,23	2,07
27	-4,36	2,46	335,60
VI 29	-3,46	2,68	309,12
VII 1	-2,55	2,91	282,65

P – kąt odchylenia osi obrotu Słońca mierzony od północnego wierzchołka tarczy;

B₀, L₀ – heliograficzna szerokość i długość środka tarczy;

25^d03^h45^m – heliograficzna długość środka tarczy wynosi 0°.



Rys. 4. Schemat przejścia Wenus na tle tarczy Słońca w dniu 8 czerwca 2004 (podane momenty geocentryczne)

Księżyca

Bezksiężycowe noce będącymi mieli w połowie czerwca, bowiem kolejność faz Księżyca jest w tym miesiącu następująca: pełnia 3^d04^h19^m, ostatnia kwadra 9^d20^h02^m, nowa 17^d20^h27^m oraz pierwsza kwadra 25^d19^h08^m. W perigeum Księżyca znajdzie się 3^d13^h11^m, a w apogeum 17^d16^h03^m.

Planety i planetoidy

Merkury i Wenus znajdują się na niebie w pobliżu Słońca i są niewidoczne.

W czerwcu obserwacja Marsa staje się praktycznie niemożliwa. Na początku miesiąca planeta pod koniec zmierzchu cywilnego znajduje się na wysokości jedynie 13° nad zachodnim horyzontem i przy jasności jedynie 1,8^m ginie w blasku wieczornej zorzy, a jej wysokość z dnia na dzień szybko maleje.

W czerwcu pogarszają się warunki widoczności Jowisza. W ciągu miesiąca planeta szybko obniża się nad wieczornym horyzontem i pod koniec czerwca w godzinę po zachodzie Słońca świeci na wysokość jedynie 15° przy jasności -1,9^m.

Saturn zachodzi wkrótce po zachodzie Słońca i jego obserwacja staje się niemożliwa.

Po koniec miesiąca nad ranem teoretycznie staje się możliwa obserwacja Urana i Neptuna, jednak w ich dostrzeżeniu będzie przeszkadzać niskie położenie nad horyzontem i jasne niebo okresu „białych nocy”.

„Białe noce” są także przyczyną, dla której w czerwcu praktycznie kończy się okres obserwacji Plutona.

W czerwcu możemy obserwować zbliżającą się do oppositioni jasną planetoidę:

(4) **Vesta**, (jasność 7,3^m). 9 VI: 23^h32,3^m, -8°28'; 19 VI: 23^h43,4^m, -7°57'; 29 VI: 23^h52,8^m, -7°41'.

Nadal można będzie obserwować dwie jasne komety, z których pierwsza powinna pozostać w zasięgu obserwacji gołym okiem (jej jasność spadnie do 5,4^m), a druga pojaśnieje do 7,2^m, „w dodatku” świecąc dokładnie w zenicie:

Kometa C/2001 Q4 (NEAT) (3,1^m—5,4^m): 10 VI: 9^h57,0^m, +49°27'; 20 VI: 10^h13,6^m, +52°44'; 30 VI: 10^h28,5^m, +54°57'.

Kometa C/2003 K4 (LINEAR) (8,4^m—7,2^m): 10 VI: 18^h27,4^m, +45°23'; 20 VI: 17^h29,0^m, +47°08'; 30 VI: 16^h22,4^m, +45°51'.

Meteory

W dniach od 11 do 21 czerwca promienią meteory z roju czerwcowych **Lirydów** (JLY). Rój ten był obserwowany w latach 60. i 70. XX w., następnie zaniknął. Ponownie obserwowany w 1996 r., nie został jednak dobrze zbadany. Przewidywane maksimum w bieżącym roku w dniu 15 czerwca występuje w okresie nowiu Księżyca, co powinno pozwolić na lepsze poznanie tego mało zbadanego roju. Wszelkie obserwacje będą miały dużą wartość naukową! Radiant meteorów leży w gwiazdozbiorze Lutni kilka stopni na południe od Wagi i ma współrzędne: $\alpha = 18^{\text{h}}32^{\text{m}}$, $\delta = +35^{\circ}$.

W dniach od 26 czerwca do 2 lipca promienią meteory z roju czerwcowych **Bootydów** (JBO). Rój ten obserwowany był w 1916 r., następnie być może w 1921 i 1927 r., po czym zaniknął. Dużym zaskoczeniem było ponowne pojawienie się czerwcowych Bootydów w 1998 r. i to od razu jako aktywnego roju — tzw. zenitalna liczba godzinna (ZHR) przez ponad pół doby wynosiła wtedy od 50 do ponad 100! Macierzasta kometa roju, 7P/Pons-Winnecke przechodziła przez perihelium w styczniu 1996 i ponownie w maju 2002. Obecnie orbita komety zbliża się do orbity Ziemi na odległość aż 0,24 j.a., tak więc aktywność z 1998 r. musiała być związana ze starszym materiałem krążącym po orbicie rezonansowej z Jowiszem (z 1819, 1869 lub 1825 r.). Ponowne spotkanie Ziemi z obłokiem „rezonansowym” nastąpi właśnie w bieżącym roku, maksimum przewidywane jest w dniu 27 czerwca o godzinie 1^h45^m UT. Radiant meteorów leży w gwiazdozbiorze Wolarza i ma w tym dniu współrzędne: $\alpha = 14^{\text{h}}56^{\text{m}}$, $\delta = +48^{\circ}$. Oznacza to, że w okresie maksimum będzie się on znajdował stosunkowo wysoko na niebie, ułatwiając obserwacje tych niezwykle wolnych meteorów. W obserwacjach tego ciekawego roju w drugiej połowie nocy nie będzie przeszkadzał Księżyc po pierwszej kwarze, którzy zajdzie około północy.

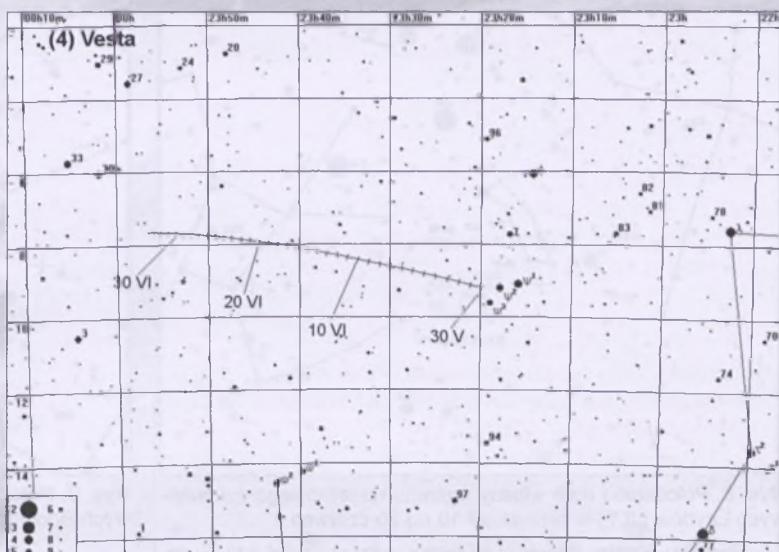
¹d Gwiazda zmienna długookresowa RR Sgr (miryda) ($19^{\text{h}}55,9^{\text{m}}$, $-29^{\circ}11'$) osiąga maksimum jasności (6,8^m).

²d 15^h Minimalna libracja Księżyca ($3,5^{\circ}$) w kierunku Sinus Iridium (zaciemniona).

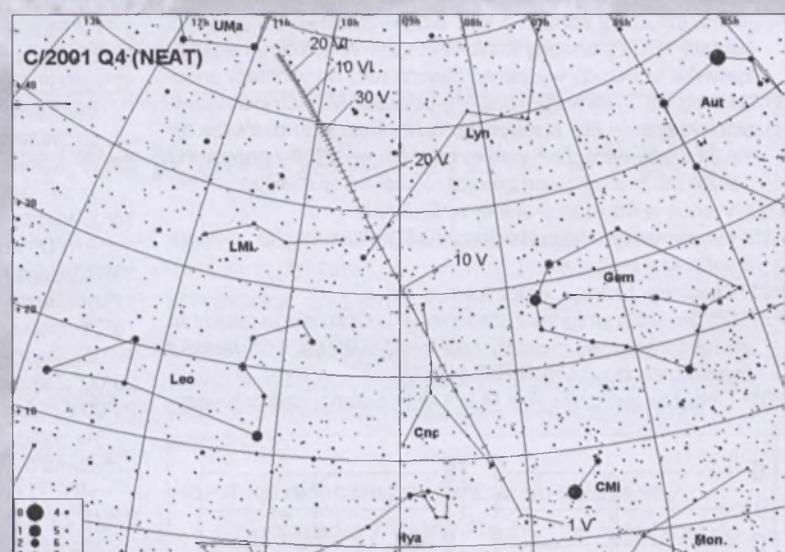
⁴d Gwiazda zmienna długookresowa R Vir (miryda) ($12^{\text{h}}38,5^{\text{m}}$, $+6^{\circ}59'$) osiąga maksimum jasności (6,9^m) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 1/2003].

⁷d 10^h Złączenie Neptuna z Księżycem w odległości 6° .

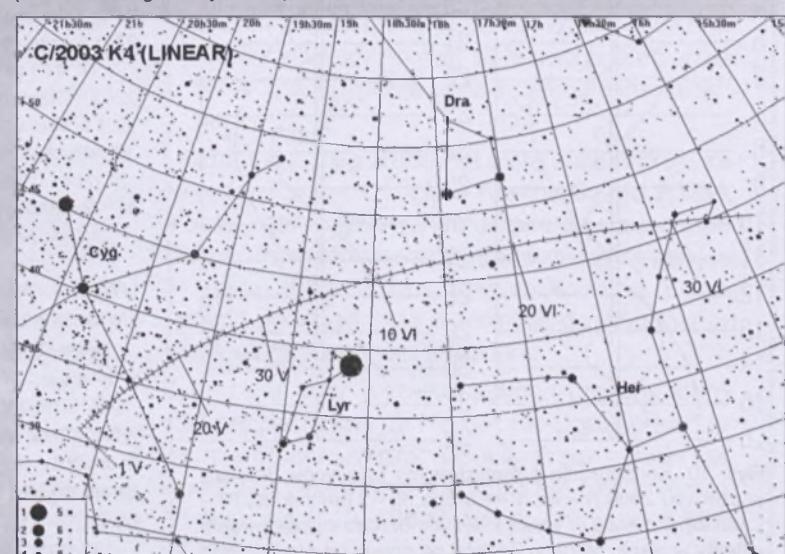
⁸d Przejście Wenus na tle tarczy Słońca. Początek zjawiska widoczny w całej Azji, Australii, wschodniej Afryce, Europie środkowej i wschodniej, Oceanie Indyjskim, zachodnim



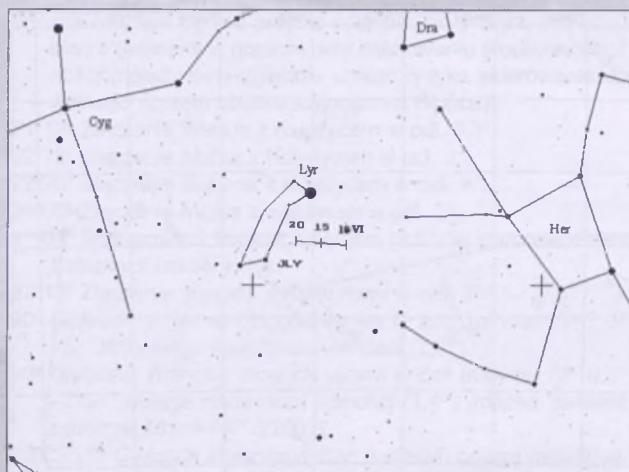
Rys. 5. Trasa planetoidy (4) Vesta na tle gwiazd gwiazdozbioru Wodnika w czerwcu 2004 (zaznaczone gwiazdy do 9^m)



Rys. 6. Trasa komety C/2001 Q4 (NEAT) na tle gwiazd w maju i czerwcu 2004 (zaznaczone gwiazdy do 7^m)



Rys. 7. Trasa komety C/2003 K4 (LINEAR) na tle gwiazd w maju i czerwcu 2004 (zaznaczone gwiazdy do 8^m)



Rys. 8. Położenie i ruch własny radiantu meteorowego czerwcowych Lirydów (JLY) w okresie od 10 do 20 czerwca

Pacyfiku. Koniec zjawiska widoczny w zachodniej Azji, Europie, Afryce, Oceanie Atlantyckim i w Brazylii (Ameryka Południowa). Przebieg zjawiska (dla Warszawy): pierwszy kontakt $5^{\text{h}}20^{\text{m}}$, drugi kontakt $5^{\text{h}}39^{\text{m}}$, środek zjawiska $8^{\text{h}}22^{\text{m}}$, trzeci kontakt $11^{\text{h}}03^{\text{m}}$, czwarty kontakt $11^{\text{h}}23^{\text{m}}$. W trakcie przebiegu zjawiska w Polsce wysokość Słońca nad horyzontem wzrośnie od 25° (pierwszy kontakt), poprzez 51° (środek zjawiska) do prawie 60° (czwarty kontakt). Będzie to pierwsze takie zjawisko widoczne z ziem polskich od 1761 r., następnie będzie można w Polsce zobaczyć dopiero w 2247 r.!

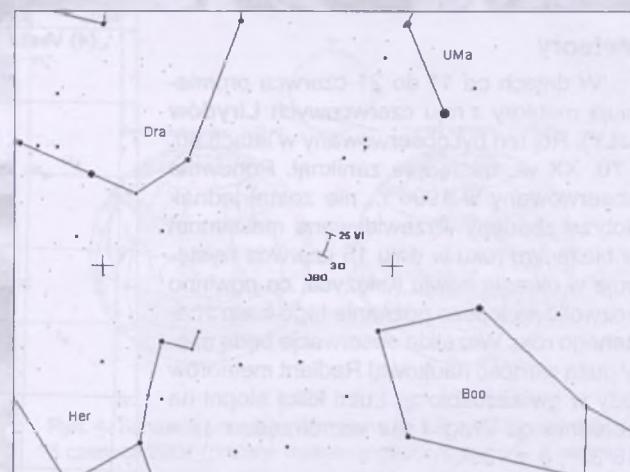
$8^{\text{d}}09^{\text{h}}$ Wenus w koniunkcji dolnej ze Słońcem.

$8^{\text{d}}15^{\text{h}}$ Maksymalna libracja Księżyca ($9,7^{\circ}$) w kierunku Mare Humboldtianum (zaciemionego).

$8^{\text{d}}21^{\text{h}}$ Złączenie Urana z Księżykiem w odległości 5° .

$8^{\text{d}}22^{\text{h}}17^{\text{m}}$ Gwiazda zmienia zaćmieniowa U Oph osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od $5,9^{\text{m}}$ do $6,6^{\text{m}}$ [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 3/2002].

$9^{\text{d}}01^{\text{h}}$ Odkrycie gwiazdy τ Aqr ($4,0^{\text{m}}$) przy ciemnej części Księżyca.



Rys. 9. Położenie i ruch własny radiantu meteorowego czerwcowych Bootydów (JBO) w okresie od 25 do 30 czerwca

ca w ostatniej kwadrze, widoczne w całej Polsce (Wrocław $1^{\text{h}}01^{\text{m}}$ — Olsztyn $1^{\text{h}}08^{\text{m}}$).

$10^{\text{d}}21^{\text{h}}$ Uran nieruchomy w rektascensji.

$11^{\text{d}}12^{\text{h}}$ Pluton w opozycji ze Słońcem.

$12^{\text{d}}22^{\text{h}}$ Złączenie Merkurego z Wenus w odległości 1° .

$13^{\text{d}}23^{\text{h}}03^{\text{m}}$ Gwiazda zmienia zaćmieniowa U Oph osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od $5,9^{\text{m}}$ do $6,6^{\text{m}}$ [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 3/2002].

$15^{\text{d}}19^{\text{h}}$ Minimalna libracja Księżyca ($3,5^{\circ}$) w kierunku Mare Australie (zaciemionego).

16^{d} Gwiazda zmienia długookresowa U Cet (miryda) ($2^{\text{h}}33,7^{\text{m}}$, $-13^{\circ}09'$) osiąga maksimum jasności ($7,5^{\text{m}}$).

$16^{\text{d}}18^{\text{h}}$ Złączenie Wenus z Księżykiem w odległości 4° .

$17^{\text{d}}19^{\text{h}}$ Złączenie Merkurego z Księżykiem w odległości 2° .

$18^{\text{d}}21^{\text{h}}$ Merkury w koniunkcji górnej ze Słońcem.

$19^{\text{d}}05^{\text{h}}$ Złączenie Saturna z Księżykiem w odległości 4° .

$20^{\text{d}}09^{\text{h}}$ Złączenie Marsa z Księżykiem w odległości 3° .

$21^{\text{d}}00^{\text{h}}57^{\text{m}}$ Słońce wstępuje w znak Raka, jego długość ekleptyczna wynosi wtedy 90° . Początek astronomicznego lata.

22^{d} Gwiazda zmienia długookresowa S CMi (miryda) ($7^{\text{h}}32,7^{\text{m}}$, $+8^{\circ}20'$) osiąga maksimum jasności ($7,5^{\text{m}}$).

$22^{\text{d}}21^{\text{h}}23^{\text{m}}$ Gwiazda zmieniająca się η Aql (cefeida) osiąga maksimum jasności ($3,5^{\text{m}}$) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 4/2003].

$23^{\text{d}}18^{\text{h}}$ Maksymalna libracja Księżyca ($8,9^{\circ}$) w kierunku krateru Schickard (zaciemionego).

$24^{\text{d}}02^{\text{h}}$ Złączenie Jowisza z Księżykiem w odległości 2° .

27^{d} Gwiazda zmienia długookresowa RS Vir (miryda) ($14^{\text{h}}27,3^{\text{m}}$, $+4^{\circ}41'$) osiąga maksimum jasności ($8,1^{\text{m}}$).

$27^{\text{d}}00^{\text{h}}$ Złączenie Merkurego z Saturnem w odległości 2° .

$29^{\text{d}}14^{\text{h}}$ Wenus nieruchoma w rektascensji.

$30^{\text{d}}14^{\text{h}}$ Minimalna libracja Księżyca ($4,6^{\circ}$) w kierunku Sinus Iridium (zaciemionego).

31^{d} Gwiazda zmienia długookresowa R Psc (miryda) ($1^{\text{h}}30,7^{\text{m}}$, $+2^{\circ}52'$) osiąga maksimum jasności ($8,2^{\text{m}}$).

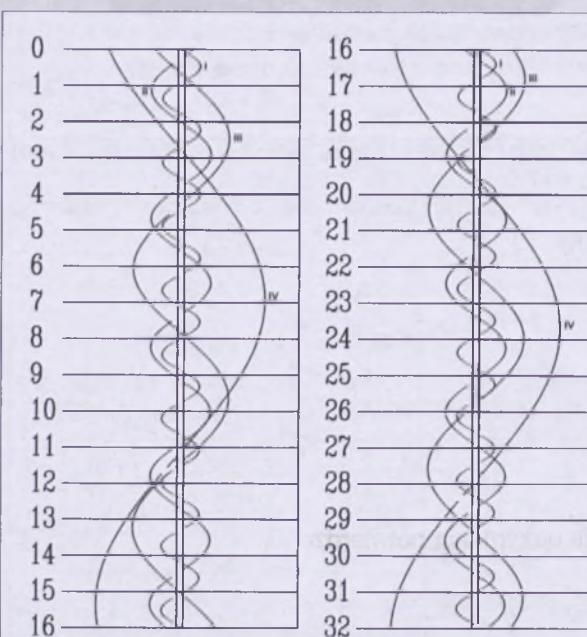
UWAGA: Momenty wszystkich zjawisk podane są w czasie uniwersalnym UT (Greenwich).

Aby uzyskać datę w obowiązującym w maju i czerwcu w Polsce „czasie letnim”, należy dodać 2 godz.

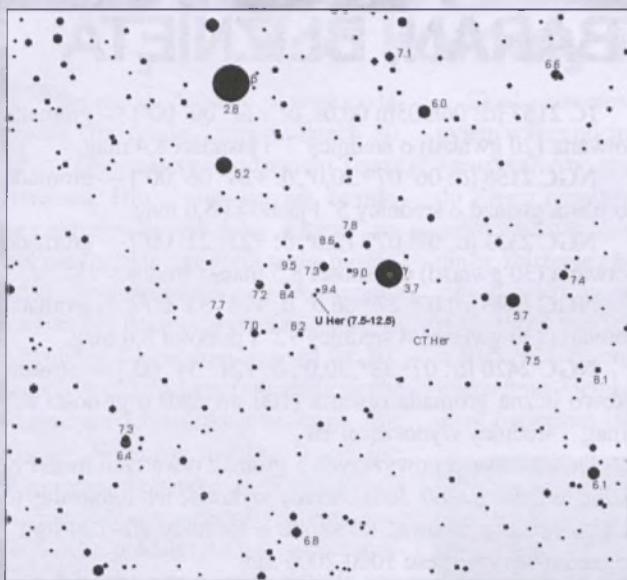
Momenty złączeń planet z Księżykiem podane są dla współrzędnych Warszawy. Dla każdego złączenia podano momenty największego zbliżenia obiektów na niebie. Podane są **wszystkie** złączenia, nie tylko widoczne w Polsce.

Współrzędne równikowe podane są dla Epoki 2000.0.

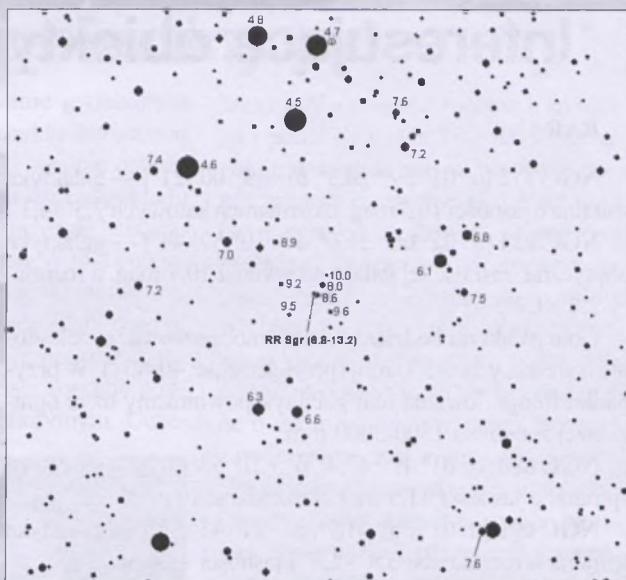
Opr. T. Ścieżor



Rys. 10. Konfiguracja galileuszowych księżyców Jowisza w czerwcu 2004 (I – Io, II – Europa, III – Ganimedes, IV – Callisto). Przerwa w trasie księżyca oznacza przebywanie satelity w cieniu planety. Zachód na prawo od środkowego pasa (tarczy planety), wschód na lewo



Rys. 11. Mapa gwiazdozbioru Herkulesa do obserwacji gwiazdy zmiennej U Her ($16^{\text{h}}25^{\text{m}}47,5^{\text{s}}$, $+18^{\circ}53'33''$). Podane jasności gwiazd porównania (pole widzenia wynosi 7° , północ u góry)



Rys. 12. Mapa gwiazdozbioru Strzelca do obserwacji gwiazdy zmiennej RR Sgr ($19^{\text{h}}55^{\text{m}}56,5^{\text{s}}$, $-29^{\circ}11'24''$). Podane jasności gwiazd porównania (pole widzenia wynosi 7° , północ u góry)

Obóz Szkoleniowo-Obserwacyjny PTMA

Zarząd Główny i Oddział Krakowski Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii zapraszają na czwarty Obóz Szkoleniowo-Obserwacyjny PTMA „OSOP 2004”.

Obóz odbędzie się w dniach **12-23 lipca 2004** na Hali Krupowej (wschodnia część Beskidu Żywieckiego, pasmo Policy, koło Zawoi).

Celem obozu jest nauczenie wszystkich chętnych podstaw obserwacji nieba.

W planie obozu znajduje się szkolenie w zakresie:

- orientowania się na niebie • podstaw określania czasu i współrzędnych w astronomii • podstaw optyki astronomicznej • obserwacji Słońca
- obserwacji Księżyca, planet, planetoid oraz komet • obserwacji gwiazd zmiennych • obserwacji meteorów • obserwacji obiektów mgławicowych • obserwacji zjawisk zakryciowych.

Przewidziane są zarówno dzienne zajęcia teoretyczne, jak też obserwacje nocne. Instruktorami będą doświadczeni obserwatorzy, członkowie PTMA. Ponadto planuje się przeprowadzenie wycieczek turystycznych po okolicznych górach.

Przewidywany koszt obozu to około 270 zł. Kwota ta obejmuje:

- nocleg w schronisku
- transport z Krakowa (cena transportu zależy od ilości uczestników)
- ubezpieczenie.

Wyżywienie każdy uczestnik Obozu zapewnia we własnym zakresie. Można skorzystać ze stołówki schroniska, co jednak podnosi koszty.

Organizatorzy Obozu zapewniają zaopatrzenie w wystarczającą liczbę teleskopów, jednakże mile widziane jest posiadanie własnego sprzętu obserwacyjnego.

Warunkiem uczestnictwa w obozie jest:

- Członkostwo PTMA. Osoby nie należące do PTMA muszą się wcześniej zapisać.
- Ukończone 18 lat. Osoby w wieku 16-18 lat muszą przedstawić pisemną zgodę rodziców. Osoby w wieku poniżej 16 lat mogą brać udział w Obozie wyłącznie wraz z pełnoletnim opiekunem.

Liczba miejsc ograniczona! Listę uczestników zwierdzi Zarząd Oddziału Krakowskiego PTMA, a osoby zakwalifikowane zostaną powiadomione. Ostatecznym terminem przyjmowania zgłoszeń jest 31 maja 2004. Osoby zakwalifikowane muszą wpłacić podaną kwotę w terminie do tygodnia od chwili otrzymania potwierdzenia.

Zgłoszenia oraz wszelkie pytania prosimy kierować bezpośrednio do kierownika Obozu, dra Sławomira Stachniewicza, najlepiej przez e-mail (Slawomir.Stachniewicz@ifj.edu.pl) lub telefonicznie: tel. domowy (012) 636-69-54, do pracy (012) 662-82-92.

Interesujące obiekty: BARAN, BLIŹNIEŁA

BARAN:

NGC 772 [$\alpha: 01^{\text{h}} 59^{\text{m}} 20,3^{\text{s}}$, $\delta: +19^{\circ} 00' 21''$] — galaktyka spiralna o jasności 10,3 mag. i rozmiarach kątowych $7,5' \times 4,3'$.

NGC 821 [$\alpha: 02^{\text{h}} 08^{\text{m}} 21,0^{\text{s}}$, $\delta: +10^{\circ} 59' 44''$] — galaktyka eliptyczna. Jasność tej galaktyki wynosi 10,7 mag. a rozmiary $2,4' \times 1,7'$.

Obie galaktyki będziemy mogli zaobserwować w teleskopie o średnicy 100-150 mm (powiększenie: 40-80×). W przypadku fotografowania obu galaktyk powinniśmy użyć ogniskowej z zakresu 1500-3000 mm.

NGC 680 [$\alpha: 01^{\text{h}} 49^{\text{m}} 47,4^{\text{s}}$, $\delta: +21^{\circ} 58' 14''$] — galaktyka spiralna o jasności 11,9 mag. i rozmiarach $1,8' \times 1,6'$.

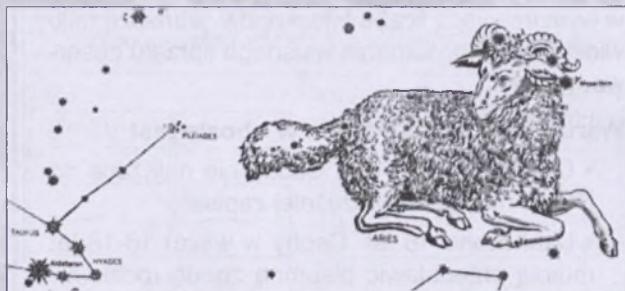
NGC 691 [$\alpha: 01^{\text{h}} 50^{\text{m}} 41,7^{\text{s}}$, $\delta: +21^{\circ} 45' 35''$] — galaktyka spiralna o rozmiarach $3,4' \times 2,5'$ i jasności 11,4 mag.

NGC 877 [$\alpha: 02^{\text{h}} 17^{\text{m}} 58,7^{\text{s}}$, $\delta: +14^{\circ} 32' 50''$] — galaktyka spiralna o jasności wizualnej wynoszącej 11,9 mag. i rozmiarach $2,4' \times 1,9'$.

NGC 972 [$\alpha: 02^{\text{h}} 34^{\text{m}} 13,3^{\text{s}}$, $\delta: +29^{\circ} 18' 41''$] — kolejna galaktyka spiralna o jasności 11,4 mag. i rozmiarach $3,3' \times 1,6'$.

NGC 1156 [$\alpha: 02^{\text{h}} 59^{\text{m}} 42,5^{\text{s}}$, $\delta: +25^{\circ} 14' 15''$] — galaktyka nieregularna o rozmiarach kątowych $3,3' \times 2,8'$ i jasności 11,7 mag.

Do obserwacji powyższych 5 galaktyk powinniśmy użyć teleskopu o średnicy 200-250 mm i powiększeniu 60-120 razy. Fotografowanie tych galaktyk wymaga użycia ogniskowych od 3000 do 5000 mm.



BLIŹNIEŁA:

Bochum 1 [$\alpha: 06^{\text{h}} 25^{\text{m}} 30,0^{\text{s}}$, $\delta: +19^{\circ} 46' 00''$] — gromada otwarta gwiazd o jasności 7,9 mag.

Collinder 89 [$\alpha: 06^{\text{h}} 18^{\text{m}} 00,0^{\text{s}}$, $\delta: +23^{\circ} 38' 00''$] — gromada otwarta (15 gwiazd) o jasności 5,7 mag. i rozmiarach wynoszących około $35'$.

NGC 2168 (M 35) [$\alpha: 06^{\text{h}} 08^{\text{m}} 54,0^{\text{s}}$, $\delta: +24^{\circ} 20' 00''$] — liczna gromada otwarta (200 gwiazd) o średnicy wynoszącej $28'$ i jasności 5,1 mag.

NGC 2129 [$\alpha: 06^{\text{h}} 01^{\text{m}} 00,0^{\text{s}}$, $\delta: +23^{\circ} 18' 00''$] — gromada otwarta (40 gwiazd) o jasności 6,7 mag. i rozmiarach wynoszących $7'$.

Do obserwacji wizualnych powyższych gromad gwiazd możemy użyć lornetki 10×50. W przypadku obserwacji fotograficznych powinniśmy użyć teleskopu o średnicy 70-100 mm i ogniskowej 500-1500 mm.

IC 2157 [$\alpha: 06^{\text{h}} 05^{\text{m}} 00,0^{\text{s}}$, $\delta: +24^{\circ} 00' 00''$] — gromada otwarta (20 gwiazd) o średnicy $7'$ i jasności 8,4 mag.

NGC 2158 [$\alpha: 06^{\text{h}} 07^{\text{m}} 30,0^{\text{s}}$, $\delta: +24^{\circ} 06' 00''$] — gromada otwarta gwiazd o średnicy $5'$ i jasności 8,6 mag.

NGC 2331 [$\alpha: 07^{\text{h}} 07^{\text{m}} 12,0^{\text{s}}$, $\delta: +27^{\circ} 21' 00''$] — gromada otwarta (30 gwiazd) o jasności 8,5 mag. i średnicy $18'$.

NGC 2395 [$\alpha: 07^{\text{h}} 27^{\text{m}} 06,0^{\text{s}}$, $\delta: +13^{\circ} 35' 00''$] — gromada otwarta (30 gwiazd) o średnicy $12'$ i jasności 8,0 mag.

NGC 2420 [$\alpha: 07^{\text{h}} 38^{\text{m}} 30,0^{\text{s}}$, $\delta: +21^{\circ} 34' 00''$] — stosunkowo liczna gromada otwarta (100 gwiazd) o jasności 8,3 mag. i średnicy wynoszącej $10'$.

Do obserwacji powyższych 5 gromad otwartych możemy użyć lornetki 20×60. Jeśli chcemy wykonać ich fotografię, to będziemy potrzebować teleskopu o średnicy 80-120 mm i ogniskowej z zakresu 1000-2000 mm.

NGC 2266 [$\alpha: 06^{\text{h}} 43^{\text{m}} 12,0^{\text{s}}$, $\delta: +26^{\circ} 58' 00''$] — gromada otwarta (50 gwiazd) o jasności 9,5 mag. i średnicy $7'$.

NGC 2304 [$\alpha: 06^{\text{h}} 55^{\text{m}} 00,0^{\text{s}}$, $\delta: +18^{\circ} 01' 00''$] — gromada otwarta (30 gwiazd) o jasności 10 mag. i rozmiarach kątowych wynoszących $5'$.

NGC 2355 [$\alpha: 07^{\text{h}} 16^{\text{m}} 54,0^{\text{s}}$, $\delta: +13^{\circ} 47' 00''$] — gromada otwarta (40 gwiazd) o średnicy $9'$ i jasności 9,7 mag.

Odpowiednim instrumentem do obserwacji wizualnych pozostałych 3 gromad otwartych będzie teleskop o średnicy 100-150 mm i powiększeniu wynoszącym 40-80 razy. Fotografując powyższe gromady powinniśmy użyć ogniskowej z zakresu 1000-2000 mm.

NGC 2392 [$\alpha: 07^{\text{h}} 29^{\text{m}} 09,4^{\text{s}}$, $\delta: +20^{\circ} 54' 45''$] — mgławica planetarna o jasności 8,6 mag. i rozmiarach $47'' \times 43''$. W jej centrum znajduje się gwiazda o jasności 9,8 mag. Do obserwacji wizualnych odpowiedni będzie teleskop o średnicy 100-150 mm i powiększeniu 60-120 razy, natomiast fotografując NGC 2392 powinniśmy użyć teleskopu o średnicy 200-250 mm i ogniskowej 3000-5000 mm.

NGC 2339 [$\alpha: 07^{\text{h}} 08^{\text{m}} 20,7^{\text{s}}$, $\delta: +18^{\circ} 46' 53''$] — galaktyka spiralna o jasności 11,8 mag. i rozmiarach $2,7' \times 2,0'$.

NGC 3691 [$\alpha: 07^{\text{h}} 08^{\text{m}} 01,6^{\text{s}}$, $\delta: +15^{\circ} 10' 46''$] — galaktyka spiralna o jasności 11,9 mag. i rozmiarach $2,2' \times 1,1'$.

Obie galaktyki będziemy mogli zaobserwować za pomocą teleskopu o średnicy 200-250 mm i powiększeniu 60-120 razy, natomiast w przypadku fotografowania powinniśmy użyć ogniskowej z zakresu 3000-5000 mm.

Wiesław Skórzyński



Noc komety i gwiazdny pył

Pamiętają Państwo piosenkę o takim tytule, którą w latach 80. śpiewała z powodzeniem Teresa Haremza? Hmm... obawiam się, że młode pokolenia czytelników „Uranii” nawet nie słyszało nazwiska takiej piosenkarki. A może jakieś inne skojarzenia muzyczne? Ponownie pozwolę sobie na odwołanie do polskiej muzyki lat 80.: zespół Budka Suflera (ten znają chyba wszyscy) i ich wielki przebój pt. *Noc Komety*. Notabene, mało kto o tym wie, iż piosenkę tę zespół „zapożyczył” od niemieckiej grupy Eloy (tytuł org. *Time To Turn*). Apokaliptyczna wizja katastrofy w tym utworze o dobrą dekadę wyprzedziła modę na straszenie nas zagrożeniem z Kosmosu w prasie, telewizji, kinie. *Blaski, odblaski, powódź pozłoty, krzyże południa i gwiazdny pył. Stosy diamentów, co zimnym światłem będą się paść do kresu dni. Nadciąga noc komety, ognistych meteorów deszcz...*

Nie mam w tej chwili zamiaru rozwijać tych pomysłów, a nawet nie będę szukał innych, podobnych odniesień muzycznych. No cóż, komety były traktowane jako zwiastun złowróźbnego w różnych kulturach i nic na to nie poradzę. Zostawmy je w spokoju, a zajmijmy się tym, co w temacie: pyłem. Ma i on swoją wymowną symbolikę — czegoś znikomego, ulotnego, marnego, ale zarazem przez związek z gwiazdami, symbolizuje powiązanie nieba i ziemi, ducha i materii.

Skąd zainteresowanie gwiazdnym pyłem w tym odcinku cyklu *Astronomia i muzyka*? Ano stąd, iż właśnie dotarły do Ziemi pomyślne wieści z pokładu sondy Stardust, która „przeżyła” 2 stycznia br. zbliżenie z kometą Wild-2 i uwięziła w aerożelu drobiny kometarnego pyłu, który powinien za 2 lata dotrzeć w hermetycznym pojemniku na powierzchnię Ziemi, gdzie zostanie poddany badaniom laboratoryjnym. Ucze-



Jądro komety Wild-2 sfotografowane przez sondę Stardust. Fot. JPL/NASA

ni liczą na to, że badania te pozwolą przybliżyć nas do odpowiedzi na fundamentalne pytanie: skąd pochodzimy? A pamiętajmy, że oprócz pyłu kometarnego Stardust ma dostarczyć również cząstki materii międzygwiezdnej.

Gdy zbliżała się pora wystrzelenia sondy Stardust w Kosmos (luty 1999 r.), poprzez Internet istniała możliwość zapisania swojego nazwiska w krzemowej pamięci, którą umieszczono na pokładzie sondy. Po powrocie na Ziemię ma ona zostać umieszczona w muzeum.

Skorzystałem wraz z rodziną z tej okazji i pilnie śledziłem losy misji. Szczególnie pamiętam pewną bezsenną noc, gdy zabawiałem się przeglądaniem stron internetowych ze słowem kluczowym „Stardust” i z pewnym zdziwieniem zauważałem, że najczęściej są to strony związane z... muzyką! To jakiś renomowany lokal o takiej nazwie, gdzie grają dużo dobrej muzyki, to utwory muzyczne o takim tytule, czy słowa piosenek z gwiazdnym pyłem gdzieś w środku. Często były to piosenki o nieśmiertelnej tematyce miłosnej i uczuciu bycia gwiazdnym pyłem, gdy tej miłości brak. Kompozycja H. Carmichaela pt. *Stardust* doczekała się ponad 600 zarejestrowanych wykonan, a napisane do niej przez M. Parisha słowa uczyniły tę piosenkę istnym szlagierem, który niepodzielnie królował na świecie w latach 50. minionego stulecia. Polecam ją w wykonaniu Nat „King” Cole'a! Tytuł *Stardust* dobrze znany jest i jazzmenom, i miłośnikom muzyki country.

Na koniec pozwolę sobie na taką dygresję: w kulturze anglojęzycznej pojęcie *stardust* można spotkać znacznie częściej niż *gwiazdny pył* w naszej rodzinie. Czyżby ludzie Zachodu bardziej przeżywali kruchość ludzkiej istoty w zderzeniu z potęgą Wszechświata?

Jacek Drążkowski

PS Dziękuję Panom Jędraszkowi i Zawadzkiemu za zaproszenie na Ich wspólny koncert w Toruńskim Planetarium.

INFORMACJE O PRENUMERACIE URANII-PA

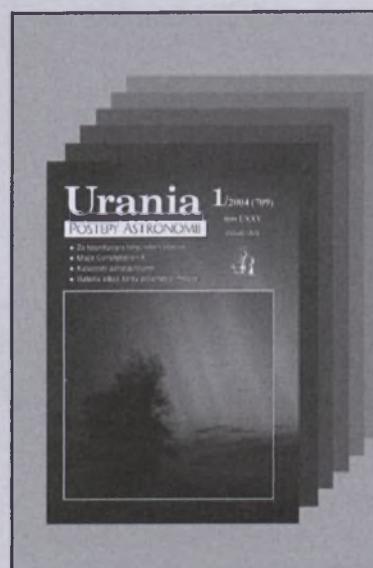
Prenumerata na rok 2004 (6 zeszytów) kosztuje 54 zł (zagraniczna 70 zł). Cena pojedynczego zeszytu 10 zł. Wpłaty prosimy kierować na konto:

Polskie Towarzystwo Astronomiczne
Bank Millennium S.A. o/Toruń
Nr 44 116022020000000055305241

Wszelkich informacji o prenumeracie i zakupie numerów archiwalnych „Postępów Astronomii” i „Uranii-PA” udziela:

Piotr Wąż
Centrum Astronomii UMK
ul. Gagarina 11, 87-100 Toruń

E-mail: urania@astri.uni.torun.pl
tel/fax (0-56) 611 30 56 / 611 30 08



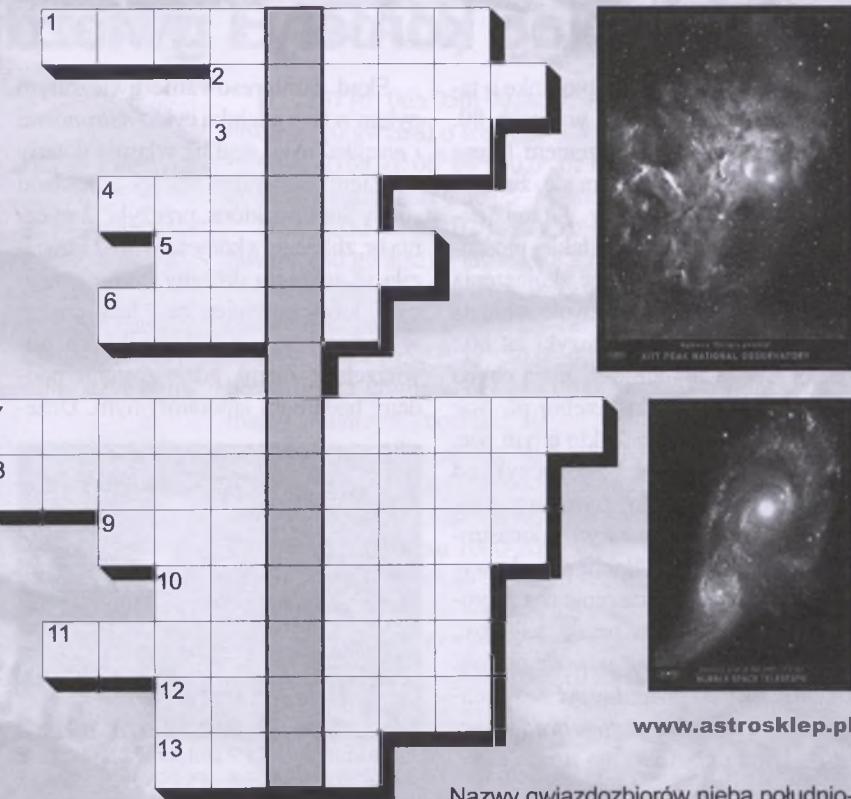
Rozwiązańiem krzyżówki z „Uranii-PA” nr 6/2003 jest hasło: „CO-ONABARABRAN”.

Nagrody książkowe wylosowali: **Kamil Ślęzak** z Katowic i **Grzegorz Kubicki** ze Ostrowca Świętokrzyskiego. Gratulujemy. Nagrody wyślemy pocztą.

Kto przeczytał uważnie bieżący zeszyt „Uranii”, nie powinien mieć problemów z odgadnięciem poniższych haseł:

1. ... galaktyk
2. Rój w czerwcu
3. Planetoida w czerwcu
4. ... na Słońcu
5. Planeta wkrótce na tarczy słonecznej
6. Druga gwiazda Plejad
7. Promieniowanie o długości fali 10 cm
8. Odkrył, że powierzchnia Słońca nie obraca się jak bryła sztywna
9. Zanieczyszczenia ...
10. Twórca teorii dynamy
11. Sondy, które wystartowały w 1977 r.
12. Jedna z sond obecnie na Marsie
13. Jasna kometa w maju i czerwcu

Wśród autorów prawidłowych rozwiązań (wystarczy podać hasło końcowe) rozlosujemy plakaty sponsorowane przez sklep internetowy www.astrosklep.pl. Na rozwiązania czekamy do



www.astrosklep.pl

Nazwy gwiazdozbiorów nieba południowego stanowiące klucz do odnalezienia hasła w krzyżówce z U-PA 6/03:

1. Mucha; 2. Mikroskop; 3. Wąż Morski;
4. Węgielnica; 5. Indianin; 6. Gołąb; 7. Malarz; 8. Żuraw; 9. Ołtarz; 10. Rzeźbiarz; 11. Złota Ryba; 12. Oktant; 13. Feniks.

Autor: J. Drągowska



Ciekawe strony internetowe...

Dzisiaj trochę historii. Proponuję zajrzeć pod adres:

http://www.mentallandscape.com/V_Venus.htm

Don P. Mitchell zebrał tu materiały dotyczące radzieckich badań Wenus — to, co na pierwszy rzut oka zwróciło moją uwagę, to komputerowo poprawione obrazy powierzchni planety — te, które dostarczyły misje radzieckie, są jedynymi, jakimi do tej pory dysponujemy. Ale to tylko jeden z tematów-odnośników, do których mamy dostęp. Możemy dotrzeć od mnóstwa interesujących szczegółów technicznych dotyczących misji, przyrządów pomiarowych czy telemetrii — niektóre są unikalne i trudne do znalezienia w innych miejscach. Oglądając stare schematy czy zdjęcia, uświadamiamy sobie, jak wielki postęp w dziedzinie badań kosmicznych nastąpił w ciągu ostatnich lat. Jest też ciekawostka — zbiór metalowych emblematów umieszczanych na pokładach radzieckich statków kosmicznych — świadectwo politycznych motywów „napędzających” badania kosmiczne traktowane jako rywalizacja ze Stanami Zjednoczonymi. Inny ciekawy odnośnik prowadzi do listy rosyjskich instytucji związanych z badaniami kosmicznymi czy techniką wspomagającą te badania. Większość stron posiada wersje angielskie, niestety nie zawsze aktualizowane równocześnie z wersją rosyjską. (rs)



Wielka Opozycja Marsa co prawda już za nami, ale wciąż przykuwa on naszą uwagę z racji odbywających się właśnie misji marsjańskich.

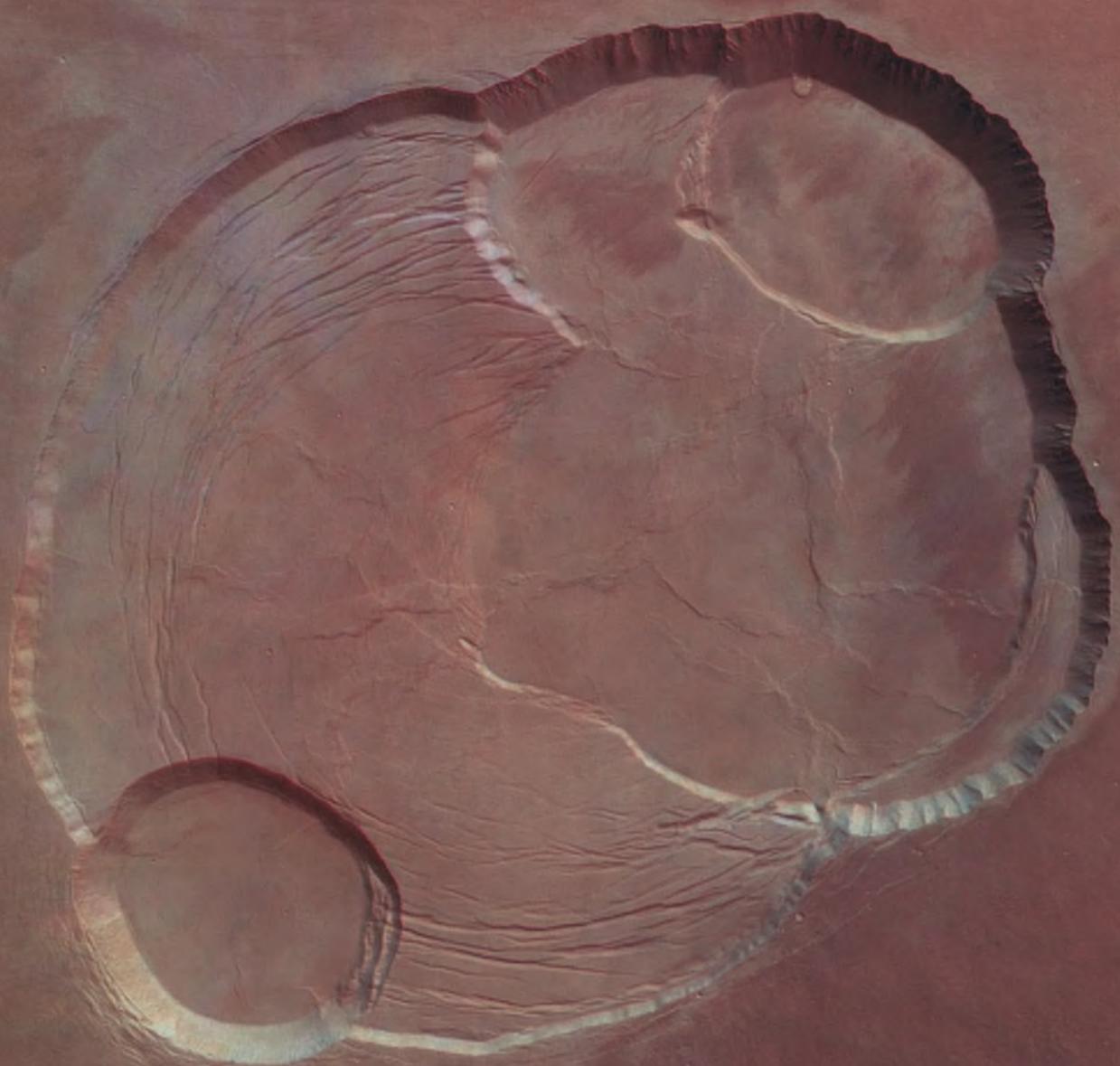
W okresie największego zbliżenia Czerwona Planeta była wdzięcznym obiektem do miłośniczych obserwacji teleskopowych. Wraz z dobowym obrotem tarczy Marsa były dobrze widoczne zmiany w wyglądzie szczegółów powierzchni i choć to, co można było zobaczyć przez amatorskie przyrządy, w żaden sposób nie mogło konkuro-

wać z obrazami uzyskiwanymi teleskopem kosmicznym, obserwatorom dostarczało i tak wiele satysfakcji. Znacznie trudniejsze zadanie czekało chętnych do utrwalenia tych obrazów na kliszy fotograficznej, a to z racji potrzeby stosowania długich ogniskowych i czasów ekspozycji, gdzie wyraźnie przeszkadzały drgania naszej atmosfery. Stąd wiele rejestracji widocznych szczegółów w postaci rysunków lub zdjęć przetwarzanych elektronicznie (patrz: zdjęcia i rysunki obserwatorów prezentowane w „Uranii-PA” nr 6/2003). To, co można było utrważyć na kliszy bez specjalnych zabiegów, prezentują pokazane tu dwa zdjęcia autorstwa Ireneusza Jankowskiego z Siemianowic Śląskich (teleskop typu Cassegraina 200 mm firmy Uniwersał, projekcja okularowa z ogniskową wydłużoną do 14000 mm, zastosowany okular symetryczny wymontowany z zeissowskiej lornetki, ekspozycje ok. 1 s na filmie Fuji Color 200 ASA). Zdjęcie po lewej było wykonane 8 sierpnia, po prawej – 28 sierpnia 2003 r.



Wyżej prezentujemy cztery zdjęcia wykonane integrującą kamerą CCD firmy Starlight Express model MX7C dołączoną do teleskopów Takahashi FS102 (102 mm f/8) w przypadku zdjęć M27 i M57 (górnne) lub FS60C (60 mm f/5.9) w przypadku M33 i M42 (dolne). Zdjęcia są złożo-

niem od 60 do 120 ekspozycji po 30-60 s każda. Wszystkie one zostały wykonane... na przedmieściach Warszawy! Obróbkę komputerowej dokonano w programach AstroArt i Photoshop. Autorem tych pięknych prac jest Paweł Łąćucki z Warszawy



Widok z góry na kaldery na szczycie góry Olimp (Olympus Mons) na Marsie. Góra Olimp, najwyższy wulkan w naszym Systemie Słonecznym, ma średnią wysokość 22 km, a głębokość kaldery wynosi 3 km. Jest to najbardziej szczegółowy obraz tego obszaru (12 m na piksel), jaki kiedykolwiek udało się otrzymać. Został uzyskany 21 stycznia 2004 r. z wysokości 273 km przy pomocy Kamery Stereo Wysokiej Rozdzielczości (HRSC) na pokładzie stacji kosmicznej Mars Express. Sfotografowany obszar ma szerokość ok. 102 km

Fot. ESA/DLR/FU Berlin

Urania

3/2004 (711)

tom LXXV

maj—czerwiec

POSTĘPY ASTRONOMII

- W pogoni za pierwszym światłem
- INTEGRAL obserwuje Wszechświat
- Księżyce układu dalekiego Neptuna
- Wszechświat w wyobraźni Rzymianina



Ultragłębokie Pole Hubble'a



Jak wyglądały pierwsze galaktyki? Żeby odpowiedzieć na to pytanie, Teleskop Kosmiczny Hubble'a właśnie zakończył sporządzanie Ultragłębokiego Pola Hubble'a (ang. *Hubble Ultra Deep Field* — HUDF), najgłębszego obrazu Wszechświata, jaki kiedykolwiek wykonano w świetle widzialnym. Przedstawiony powyżej HUDF pokazuje próbkę najstarszych obserwowanych do tej pory galaktyk, które uformowały się tuż po mrocznych czasach, 13 mld lat temu, gdy Wszechświat miał tylko 5% obecnego wieku. Obraz wykonały kamery NICMOS i nowa ACS Teleskopu Kosmicznego Hubble'a. Po 3-miesięcznym wpatrywaniu się w to samo miejsce, HUDF jest czterokrotnie bardziej czuły w niektórych barwach niż oryginalne Głębokie Pole Hubble'a (ang. *Hubble Deep Field* — HDF). Teraz zapewne astronomowie całego świata będą latami badać HUDF, by lepiej zrozumieć formowanie się gwiazd i galaktyk we wczesnym Wszechświecie.

Fot. S. Beckwith & the HUDF Working Group (STScI), HST, ESA, NASA

Szanowni i Drodzy Czytelnicy,

Szalone jest tempo rozwoju astronomii. Niemal codziennie jesteśmy informowani o kolejnych odkryciach, nowych obiektach, rekordowo dalekich galaktykach, nieoczekiwanych zjawiskach. Od ukazania się poprzedniego zeszytu „Uranii-Postępów Astronomii” media doniosły o rewelacyjnych odkryciach na powierzchni Marsa, o nowej planetce na krańcach Układu Planetarnego, o najodleglejszych galaktykach, które powstały tylko kilkaset milionów lat po Wielkim Wybuchu i o wielu innych. Jak pojąć to wszystko? Jak zrozumieć? I właśnie my jesteśmy po to, aby przybliżać i wyjaśniać Państwu te najnowsze zdobycze nauki o otaczającym nas świecie. Robimy to m.in. na stronach naszego czasopisma, które macie Państwo w rękach, jak i wirtualnie, na stronach internetowych naszego serwisu edukacyjnego www.pta.edu.pl/ORION. Do obu tych źródeł możecie Państwo przesyłać pytania i komentarze, a odpowiedzą na nie zawodowi astronomowie.



Bieżący zeszyt otwieramy artykułem Krzysztofa Rochowicza na temat najodleglejszych galaktyk we Wszechświecie. Autor odsłania nam metody i sposoby, jakimi posługują się astronomowie w tych badaniach i jakie jest znaczenie dokonanych odkryć.

Następnie Agnieszka Janiuk przedstawia pierwsze wyniki badań Wszechświata przy pomocy satelity INTEGRAL. Pisaliśmy o budowie tego aparatu badawczego, również przy udziale Polaków, w „Postępach Astronomii” w 1997 r. (PA 1997, 45, nr 1 s. 10-18). Teraz mamy już niezwykle ciekawe rezultaty badań.

Za niespełna 7 lat Neptun zamknie swój pierwszy obieg dookoła Słońca od chwili odkrycia w 1846 r. Mimo upływu blisko 160 lat ciągle nie wszyscy wiemy o rodzinie księżyców i pierścieni tej planety. Ostatnie księżyce Neptuna odkryto w latach 2002 i 2003. Tadeusz Z. Dworak opisuje ciekawy świat księżyców tej, najprawdopodobniej, najodleglejszej planety naszego Systemu Planetarnego. A Krzysztof Czart przybliża nam stan odkryć tzw. obiektów transneptunowych, w tym planetoidy Sedna, której orbita leży prawdopodobnie dwa razy dalej od Słońca niż orbita Plutona.

Najciekawszym zjawiskiem astronomicznym, nawet dla nieuzbrojonego oka obserwatora, będzie tego lata (we wtorek 8 czerwca) przejście Wenus na tle tarczy Słońca. O szczegółach tego zjawiska pisaliśmy w poprzednim zeszycie. Obecnie, oprócz przypominania adresu specjalnego serwisu internetowego prowadzonego przez astronomów Wrocławskich, gdzie można znaleźć szczegółowy opis zjawiska, piorem Magdy Pilskiej-Piotrowskiej opowiadamy o tym, jak to drzewie obserwowano owo zjawisko w Polsce.

A jak dawni mieszkańcy Ziemi wyobrażali sobie Wszechświat? W różnych kulturach było to zapewne różne wyobrażenie. W tym zeszycie o wyobrażeniach Rzymian o Wszechświecie pisze Maria Rumszewska.

Niestety, niektórzy astronomowie odchodzą na zawsze. W styczniu zmarła Pani Aniela Dziewulska-Łosiowa, ostatni magister astronomii Uniwersytetu Stefana Batorego. Jej sylwetkę kreślą na naszych stronach Anna i Józef Smakowie.

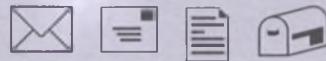
Wiele się dzieje w polskim środowisku astronomicznym: powstało nowe akademickie obserwatorium astronomiczne w Kielcach, powstało nowe stowarzyszenie obserwatorów, planowane są obozy obserwacyjne i inne spotkania.

W Astronomii w szkole piorem Juliusza Domańskiego piszemy o tym, jak wykorzystać diagram H-R w nauczaniu „nowego” przedmiotu „Fizyka i astronomia”. Jak zwykle zamieszczamy kalendarz astronomiczny opracowany przez Tomasza Ścieżora, poradnik obserwatora prowadzony przez Wiesława Skórzyńskiego, felieton muzyczny Jacka Drążkowskiego i krzyżówkę opracowaną przez Joannę Drążkowską.

Życzę Państwu przyjemnej lektury

Toruń, w marcu 2004 r.





Szanowny Panie Profesorze,

Mam jedną uwagę do numeru 1/04 „Uranii”. Otóż pod portretem dra Rakowieckiego wydrukowanym na s. 28 znajduje się podpis „Portret dra Rakowieckiego znajdujący się w Obserwatorium Astronomicznym UJ”. Rzeczywistość jest nieco inna. Widoczny na zdjęciu portret istotnie należy do Obserwatorium UJ, jednak jest wypożyczony (jest w depozycie) do Planetarium Śląskiego, uzupełniając kolekcję portretów polskich astronomów, będącą własnością (z wyjątkiem tego jednego portretu) Planetarium. Konkretnie portret dra Rakowieckiego wiszący w Planetarium nad moim biurkiem i spogląda na mnie z wyraźną dezaprobatą (co widać na zdjęciu), zwłaszcza kiedy się lenię!

Jak sądzę, uwaga jest niezbyt istotna, ale napisałem ją głównie pod wpływem wyrazu nagany w oczach Rakowieckiego – i wydaje mi się, że teraz patrzy na mnie mniej skoro.

Z wyrazami szacunku i najlepszymi pozdrowieniami

Jerzy Kuczyński

Red.: Dziękujemy pięknie Panu Doktorowi za dopełnienie podpisu pod portretem dra Rakowieckiego i gratulujemy wybitnemu Towarzysza Pracy, a Kolegom z Planetarium Śląskiego dziękujemy za udostępnienie „Uranii” elektronicznej wersji portretu tego znakomitego lekarza i badacza ruchów ciał niebieskich.

Kilka „usterek” w artykule o katastrofach kosmonautycznych

W pierwszym akapicie autor „wybiela” Wernhera von Brauna. Ale to nie takie proste. Jakie były motywy jego działalności w hitlerowskich Niemczech, wiedzieć nie możemy. Ale faktem jest, że po udanej próbie rakiety V2 otrzymał on z rąk Hitlera tytuł profesorski z pominięciem wszelkich zasad akademickich (w „normalnym” trybie nie mógłby go otrzymać). To prawda, że przy produkcji rakiety zmarły tysiące robotników przemusowych. Także to, że ra-

kietka V2 zabiła w Londynie (i Antwerpii) wiele tysięcy cywilów. I faktem jest, że do końca życia tego von Braunowi nie zapomniano i że nie wszyscy dowierzali w to, co on sam o sobie opowiadał jako obywatel amerykański...

Katastrofa rakiety na kosmodromie Bajkonur w 1960 r. dotyczyła nowej balistycznej rakiety wojskowej. Czy można ją więc nazywać katastrofą „astronautyczną”? Przypadkowo włączył się silnik drugiego członu w czasie przygotowań do startu — a nie „w czasie startu” (nb. Amerykanie też mieli podobną katastrofę...).

Jest rzeczą oczywistą, że Sojuz 1 (i jego kabina powrotna!) nie uderzył w Ziemię „nie-mal z kosmiczną prędkością”. Przecież kosmiczna prędkość ruchu została uprzednio wyhamowana w górnego warstwach atmosfery przez opór powietrza. W podobny sposób spadają zresztą na Ziemię niewielkie meteoryty — wcale nie „kosmiczną” prędkością.

Lot Łuny 15 nie udał się, ale wielkim sukcesem zakończyły się loty Łuny 16, 20 i 24. Są to jak dotychczas jedyne automatyczne aparaty kosmiczne, które dostarczyły z Księżyca na Ziemię nieco próbek jego gruntu.

Apollo 13 nie musiał oblatać Księżyca. Z miejsca katastrofy mógł od razu zawrócić ku Ziemi, ale zużyto by wtedy niemal cały zapas materiału pędnego w statku wyprawnym LM, wybrano więc wariant z oblotem Księżyca, choć przedłużał to lot uszkodzonego statku o około 2 doby...

Przebieg i przyczyny katastrofy samolotu kosmicznego Challenger zostały nadzwyczaj drobiazgowo wyjaśnione. Ukażało się na ten temat w Polsce wiele artykułów. Te nie był „wybuch paliwa w dopalacz”.

Między najniższą a kolejną sekcją prawej rakiety stałopaliwowej przepaliła się już w chwili startu uszczelka i wydostał się dym, a później płomień. (Widac to było na filmie, który pokazywała telewizja). Płomień ten stopił dolny wspornik, którym rakieta była przyczepiona do zbiornika (ciekłego tlenu i ciekłego wodoru). Dół rakiety

Tu może być reklama Twojej Firmy!

Nasz cennik jest następujący:

cała strona kolorowa: 1000,00 zł

cała strona czarno-biała: 400,00 zł

Przy mniejszych formatach dla stron czarno-białych:

1/2 s.: 300,00 zł

1/4 s.: 200,00 zł

1/8 s.: 100,00 zł — ten rozmiar traktujemy jako najmniejszy „moduł”. Podobnie jest ze stroną kolorową.

Istnieje możliwość negocjowania warunków.

Zapraszamy na nasze łamy!

zaczął się odchylać od zbiornika, w związku z czym górny kraniec wybił w nim dziurę, co spowodowało wybuch wodoru i tlenu. (A obie rakiety stałopaliwowe ... polecały „sobie” dalej i zniszczono je dopiero sygnalem radiowym z Ziemi).

Nie jest prawda, że załoga Challengera „częściowo nałożyła skafandry” dopiero po katastrofie (chodziło o nałożenie aparatów tlenowych).

Również przyczyna katastrofy samolotu kosmicznego Columbia została wyjaśniona.

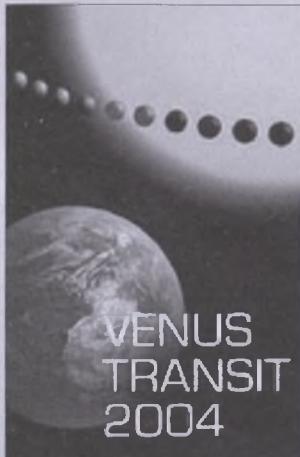
Autor artykułu snuje dywagacje, że „coś w niego uderzyło”. Ależ tak — kawał utwardzonego styropianu, który odpadł od zewnętrznego zbiornika w czasie startu. Widać to na filmie, który pokazywała telewizja. Zresztą kosmonauta izraelski przesłał na Ziemię — nielegalnie? — obraz dziury wybijającej w pokryciu żaroodpornym skrzydła, co też pokazano w telewizji. W wyniku tego samolot kosmiczny nie eksplodował, ale — po prostu rozsypał się na skutek oddziaływania na niechronioną konstrukcję szoku termicznego powstałego w czasie powrotu do atmosfery.

Jeżeli chodzi o teleskop kosmiczny Hubble'a, to rodzaj (i przyczyna) niesprawności też zostały dokładnie wyjaśnione, ale naprawa nie polegała na „justacji głównego zwierciadła” przez ekipę kosmonautów (co w warunkach lotu kosmicznego było zupełnie niewykonalne). Naprawę wykonano w ten sposób, że do układu optycznego teleskopu umontowano dodatkowo element optyczny

(o bardzo skomplikowanym kształcie — tylko jedna mała firma optyczna w USA podjęła się jego wykonania!). Wymagało to jednak usunięcia na stałe jednego z 4 zespołów przyrządów pomiarowych teleskopu. Przez zwolnione w ten sposób miejsce wsunięto korekcyjny układ optyczny, a jego precyzyjną regulację wykonano drogą radiową z Ziemi.

Andrzej Marks

Na Londyn wysłano ok. 900 rakiet V2, a na Antwerpię 1300.



<http://www.astro.uni.wroc.pl/vt-2004.html>

Ogłoszenia drobne

Sprzedam teleskop Newtona (Dobson). Średnica lustra 330 mm, ogniskowa 1800 mm. Cena do uzgodnienia. Możliwość transportu. Tel. (0502) 084 115

Urania

POSTĘPY ASTRONOMII

(PL ISSN 0032-5414/ 0042-07-94)

Dwumiesięcznik poświęcony upowszechnianiu wiedzy astronomicznej. Czasopismo powstało z połączenia się „Uranii” — dotychczasowego miesięcznika PTMA, ukazującego się od 1922 r. i „Postępów Astronomii” — dotychczasowego kwartalnika PTA, wydającego się od 1953 r. Patronat: Polskie Towarzystwo Astronomiczne i Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii. Zachowana zostaje dotychczasowa numeracja „Uranii”. Pismo jest częściowo finansowane przez KBN i Komitet Astronomii PAN.

Nakład: 1500 egz.

Redaktor Naczelny:

Andrzej Woszczyk, CA UMK Toruń

Zespół Redakcyjny:

Marek Gołębiewski, CA UMK Toruń
Magdalena Kożuchowska, CAMK Warszawa
Krzysztof Rochowicz, CA UMK Toruń
Roman Schreiber, CAMK Toruń

Opracowanie graficzne
i skład komputerowy:
Jacek Drążkowski

Korekta:

Bożena Wyrzykowska

Adres Redakcji:

Uniwersytet Mikołaja Kopernika
Centrum Astronomiczne
ul. Gagarina 11
87-100 TORUŃ
tel. (0-56) 611 30 52
fax. (0-56) 621 93 81

Poczta elektroniczna (E-mail address):
aw@astri.uni.torun.pl

Adres WWW:
<http://urania.pta.edu.pl>
<http://urania.camk.edu.pl>

Druk:
Zakład Poligraficzno-Wydawniczy
POZKAL, Inowrocław

Dystrybucja:
Piotr Waż, CA UMK,
ul. Gagarina 11, 87-100 TORUŃ
tel. (0-56) 611 30 56
E-mail: urania@astri.uni.torun.pl

Prenumerata w roku 2004 kosztuje 54 zł.
Można również zamawiać pojedyncze zeszyty
w cenie 10 zł.

Polskie Towarzystwo Astronomiczne
Zarząd Główny – Sekretariat
ul. Bartycka 18, 00-716 Warszawa
tel. (0-22) 841 00 41 wewn. 146
E-mail: hania@camk.edu.pl
WWW: www.pta.edu.pl

Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii
Zarząd Główny
ul. św. Tomasza 30/7, 31-027 Kraków
tel. (0-12) 422 38 92
E-mail: ptma@oa.uj.edu.pl
WWW: oa.uj.edu.pl/~ptma

Numer zamknięto w kwietniu roku 2004

* Materiałów nie zamówionych Redakcja
nie zwraca, a wykorzystując zastrzega so-
bie prawo do ich redagowania i skracania

* Przedruk materiałów i zdjęć tylko za zgo-
dą Redakcji. * Opinie i poglądy formu-
owane przez Redakcję i Autorów nie repre-
zentują oficjalnego stanowiska obu patro-
nujących nam Towarzystw *

W NUMERZE

100 *W pogoni za pierwszym światłem — najodleglejsze galaktyki we Wszechświecie*

Krzysztof Rochowicz

W ostatnich tygodniach granice dostępnej naszym obserwacjom części Wszechświata zostały znacznie rozszerzone. Tym razem w badaniu odległych galaktyk wspomogła astronomów sama natura dzięki zjawisku soczewkowania grawitacyjnego.

104 *INTEGRAL obserwuje Wszechświat*

Agnieszka Janiuk

Wystrzelony w październiku 2002 r. satelita INTEGRAL, zbudowany przez ESA, jest instrumentem, który jako pierwszy obserwuje obiekty kosmiczne w zakresie promieni gamma, X i optycznym. Jego głównym celem są obszary intensywnej nukleoisyntez pierwiosków oraz obiekty zwarte, np. akrejujące czarne dziury. Niniejszy artykuł podsumowuje wyniki pierwszych obserwacji przeprowadzonych przez INTEGRAL-a.

108 *Księżyce układu dalekiego Neptuna*

T. Zbigniew Dworak

Neptun dopełni wkrótce swego pierwszego od odkrycia w 1846 r. pełnego obiegu wokół Słońca. Największy z jego satelitów posiada otoczkę gazową. Ostatni jego naturalny księżyc został odkryty w 2003 r. Artykuł przedstawia ciekawy świat księżyców w pierścieni tej planety.

112 *Jak Rzymianin wyobrażał sobie Wszechświat*

Maria Rumiszewicz

Ciceron pisał: ...Oto cały Wszechświat jest połączeniem dziewięciu kregów lub raczej kul: jeden z nich zewnętrzny jest kręgiem nieba, który ogarnia sobą wszystkie pozostałe... Co się tyczy planety dziewiątej, która zajmuje środek Wszechświata, to jest Ziemia, ta nie porusza się, leży najniżej i na nią spadają wszystkie ciała skutkiem swego cięzaru.

116 *Jak w Polsce obserwowano przejście Wenus przez Słońce*

Magdalena Pilska-Piotrowska

Wiedzieć trzeba, że o takich złączeniach bliskich z Słońcem, zawsze od stworzenia Świata dobrze wiedzieli Astronomowie, a lubo niektórzy powątpiewali, że nie można, aby Wenus pod Słońce kiedy podejść mogła, inni jednak choć nie przez doświadczenie, lecz przez uważenie rozumem, twierdzili, że bydż może aby ten planeta tak pod słoneczny okrąg mógł podejść, żeby się zdawał jak makula mala.

w kolorze: Galeria Uranii (okl. I, wkł. I, wkł. IV, okl. III)

rozmaitości: Tytan — stare zagadki, nowe wyzwania (118); Długie mroczne lata (119); Będzie potrójny wyścig? (121); Nowe duże obiekty Pasa Kuipera (122)

w kraju: Obserwatorium i Planetarium Akademii Świętokrzyskiej w Kielcach (124); Zbieramy meteoryty...na niebie (125); XX Seminarium PKiM (129)

galeria obiektów NGC: NGC 1232; NGC 1245; NGC 1275

In Memoriam: Aniela Dziewulska-Łosiowa (1916-2004)

astronomia w szkole: Diagram H-R w nauczaniu przedmiotu fizyka i astronomia

kalendарь astronomiczny 2004: lipiec — sierpień

poradnik obserwatora: Interesujące obiekty: Byk, Cefejusz

astronomia i muzyka: Musica Ex Civitate Copernici

relaks z Uranią: krzyżówka

ciekawe strony internetowe

NA OKŁADCE

Gromada galaktyk Abell 2218. Jest tak zwarta i masywna, że jej pole grawitacyjne ugina i ogniskuje światło pochodzące od położonych daleko za nią galaktyk, tworząc ich wielokrotne (fukowane) obrazy. Dzięki tym własnościom (soczewkowanie grawitacyjne) udało się odkryć na prezentowanym obrazie galaktykę, która powstała zaledwie 750 mln lat po Wielkim Wybuchu i znajduje się w odległości 13 mld lat świetlnych od nas (zob. artykuł K. Rochowicza i rys. 5 na s. 102)

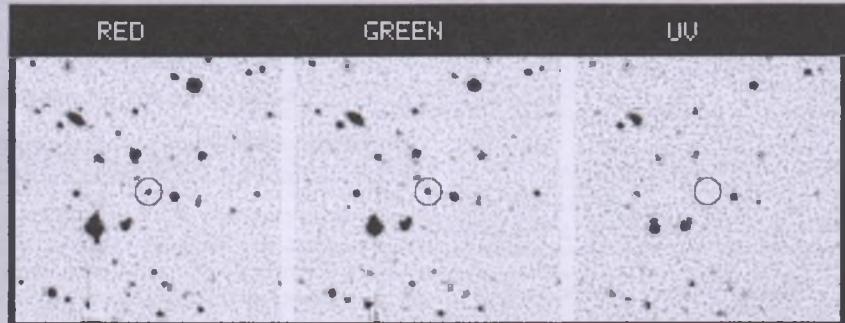
W pogoni za pierwszym światłem — najodleglejsze galaktyki we Wszechświecie

Badania obiektów na krańcach obserwowańego Wszechświata stanowią jeden z najbardziej dynamicznie rozwijających się obszarów współczesnej astrofizyki. W ostatniej dekadzie nastąpił znaczący postęp w tej dziedzinie, najpierw za sprawą teleskopu kosmicznego Hubble'a, który prawie dziesięciokrotnie powiększył rozmiary dostępnej naszym obserwacjom części Kosmosu, a ostatnio przy dużym udziale nowoczesnych teleskopów naziemnych

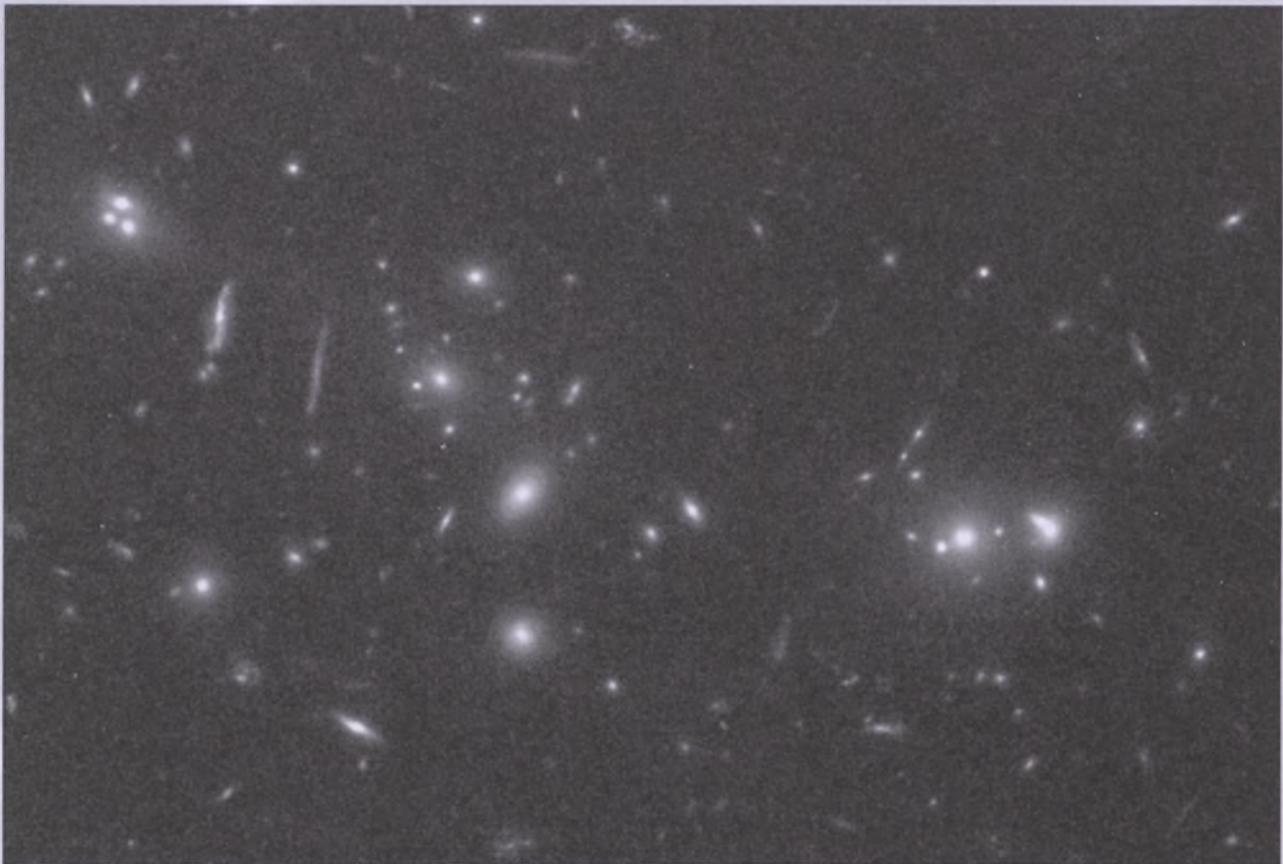
eszczę 10 lat temu listę obiektów o największym przesunięciu ku czerwieni otwierały kwazary o wartości z nieco przekraczającej 4, natomiast brakowało sukcesów w poszukiwaniu odległych galaktyk. Wtedy to Chuck Steidel, astronom pracujący w Kalifornijskim Instytucie Technologicznym, wpadł na pomysł, jak odróżnić światło odległych galaktyk pośród tysięcy innych obiektów na przeglądowych obrazach nieba. Porównując zdjęcia uzyskane z użyciem filtrów: czerwonego, zielonego i ultrafioletowego, zauważył, że przy użyciu filtra UV niektóre galaktyki znikają (rys. 1). Zinterpretował to jako efekt pochłaniania przez obłoki wodoru promieniowania o długości fali krótszej niż linia Lyman- α (która na skutek przesunięcia ku czerwieni o wartości przekraczającej 3 znalazła się tymczasem w widzialnym zakresie widma). Nazwał je galaktykami z przerwą Lymana (Lyman-break galaxies), od nazwiska fizyka, który na początku XX w. zapoczątkował badania widm w ultrafiolecie.

Metodę tę zastosowano z powodzeniem do wyszukiwania podejrzanych galaktyk w tzw. głębokim polu Hubble'a oraz w innych przeglądach fotometrycz-

nych. Obserwacje spektroskopowe, prowadzone głównie z użyciem teleskopu Kecka, potwierdziły odkrycie w roku 1995 — 15, w 1997 — ponad 250, a wkrótce potem już kilku tysięcy galaktyk o przesunięciu ku czerwieni przekraczającym wartość $z = 3$. Jednocześnie galaktyki wysunęły się na czoło listy obiektów o największym przesunięciu ku czerwieni, w roku 1998 przekraczając granicę $z = 5$, a w roku 2002 — $z = 6$. W ciągu ostatnich dwóch lat znaczące sukcesy w obserwacjach spektroskopowych słabych, odległych galaktyk były udziałem teleskopów VLT i Subaru. Przegląd Subaru Deep Field, realizowany w kwietniu i w maju 2002 r., a polegający na 6-godzinnej obserwacji obszaru (położonego na pograniczu Warkocza Bereniki i Wolarza) o rozmiarach pół stopnia w trzech filtrach, ujawnił 50 tys. obiektów, spośród których wyselekcjonowano 70 kandydatek. Już w czerwcu 2002 r. obserwowano spektroskopowo 9 z nich, w dwóch przypadkach potwierdzając, że są to odległe galaktyki, dla których z wynosi 6,54 i 6,58 (co w świetle obecnych ocen stałej Hubble'a odpowiada odległości 12,9 mld lat świetlnych i oznacza, że widzimy obiekty z epoki 900 mln lat po Wielkim Wy-



Rys. 1. Zdjęcie fragmentu nieba z użyciem trzech filtrów. Obiekt zaznaczony kółkiem jest widoczny tylko w barwie zielonej i czerwonej, w ultrafiolecie nie jest widoczny



Rys. 2. Zdjęcie gromady galaktyk w gwiazdozbiorze Rysia. Na tle jej galaktyk są widoczne obrazy będące efektem soczewkowania grawitacyjnego odległych obiektów

buchu). Szczęśliwym trafem przy takiej wartości z linia Lyman- α może być obserwowana z powierzchni Ziemi (a przynajmniej z położonego na wysokości przeszło 4000 m n.p.m. obserwatorium na Mauna Kea na Hawajach) w oknie bliskiej podczerwieni w okolicach 920 nm, co znacznie ułatwiło identyfikację (rys. 3).

Wielkim sprzymierzeńcem astronomów w badaniu najodleglejszych galaktyk bywa sama natura pod postacią zjawiska soczewkowania grawitacyjnego. Z jednej strony już sama obecność światłowych łuków i podobnych form obrazów na zdjęciach gromad galaktyk daje podstawy do przypuszczeń, że mamy do czynienia ze światłem obiektów położonych dalej niż sama gromada, z drugiej — pole grawitacyjne położonej bliżej gromady w wielu przypadkach działa dosłownie jak soczewka, ogniskując promieniowanie rozmytych plamek głębokiego kosmosu w jasne i wyraźne, czasem niemal punktowe obrazy; umożliwia to dostrzeżenie obiektów, które w normalnych warunkach pozostawałyby poza zasięgiem naszych odbiorników.

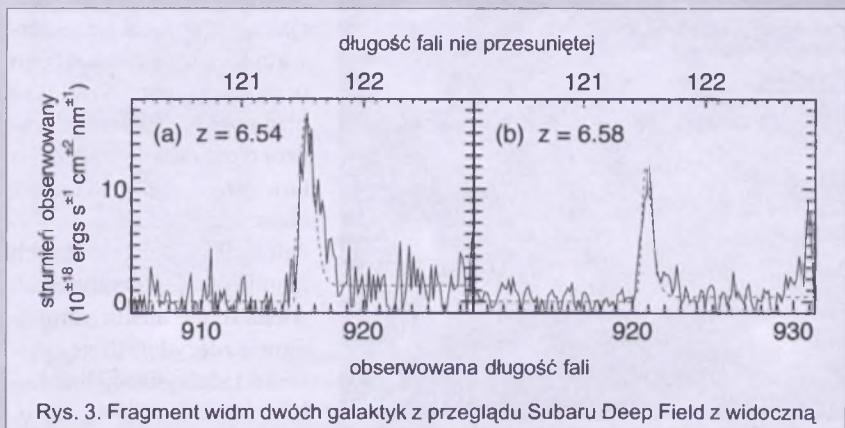
I tak, dla przykładu, gromada galaktyk w konstelacji Rysia (rys. 2) już od

kilkudziestu lat była przedmiotem systematycznych badań prowadzonych z użyciem największych teleskopów optycznych, podczerwionych i rentgenowskich. Jej odległość oceniona na 5,4 mld l.s., a szczególną uwagę zwrócono na niewielki, czerwony łuk świetlny, który od początku wyglądał na soczewkowany przez gromadę galaktyk obraz jakiegoś dalekiego obiektu.

Ten niewielki świetlny łuk okazał się największym, najjaśniejszym i najgorętszym obszarem powstawania gwiazd, jaki do tej pory zaobserwowano. Próby dopasowania rozkładu energii w widmie

tego obiektu do obserwowanego udały się tylko w jednym przypadku: przy założeniu, że jest to obszar liczący około miliona jasnych, gorących gwiazd (rys. 4). Temperatury na ich powierzchni sięgają 80 tys. kelwinów, a szacowane masy przekraczają 100 mas Słońca. Prawdopodobnie tylko z pierwotnej materii Wszechświata mógł powstać tak gigantyczny gwiazdotwórczy fajerwerk, choć ten akurat pochodzi z okresu, gdy Wszechświat liczył już sobie prawie 2 mld lat.

Ale prawdziwą furorę w badaniach soczewkowanych obrazów zrobiły



Rys. 3. Fragment widm dwóch galaktyk z przeglądu Subaru Deep Field z widoczną emisją Lyman- α . Skala u góry odpowiada nie przesuniętym długościom fali, na dole — obserwowanym

w ostatnich tygodniach dwie gromady galaktyk. Najpierw, 15 lutego br., ogłoszono, że wykonane teleskopem Hubble'a obserwacje dwóch soczewkowanych przez gromadę Abell 2218 obrazów (rys. 5) wskazują na przesunięcie ku czerwieni z przedziału 6,6–7,1, zaś dalsze obserwacje spektroskopowe teleskopem Kecka uściśliły tę wartość na bliską 7. Oznacza to, że obserwujemy obiekt z epoki 750 mln lat po Wielkim Wybuchu, gdy Wszechświat liczył sobie zaledwie 5% obecnego wieku. Co ciekawe, dopasowane do rozkładu obserwowanego promieniowania modele sugerują, że jest to obiekt bardzo niewielki — o rozmiarach zaledwie 2 tys. lat świetlnych — ale promieniujący niezwykle silnie w ultrafioletowej części widma (chodzi o rzeczywisty UV, oczywiście już po uwzględnieniu obserwowanego przesunięcia ku czerwieni). Potwierdzałoby to ogólne zarysy obowiązującego obecnie modelu zjawisk, które zaszyły w młodym Wszechświecie, zgodnie z którym już 200 mln lat po Wielkim Wybuchu rodziły się bardzo masywne (o masach dochodzących do kilkuset mas Słońca) gwiazdy, natomiast powstawanie galaktyk odbywało się nieco później i najpierw obejmowało struktury niewielkie, które dopiero wskutek grawitacyjnych oddziaływań „zlepiały się” w większe twory — o rozmiarach znanych nam współcześnie galaktyk.

Natomiast 1 marca br. ujawniono odkrycie obrazu galaktyki o wartości z równej 10 (słownie: dziesięć!). To fantastyczne odkrycie zapoczątkowały obserwacje gromady Abell 1835 w bliskiej podczerwieni z użyciem podczerwonej



Rys. 5. Zdjęcie ukazuje fragment gromady galaktyk Abell 2218 z zaznaczonymi pozycjami soczewkowanych przez nią obrazów odległej galaktyki (patrz zdjęcie na okładce)

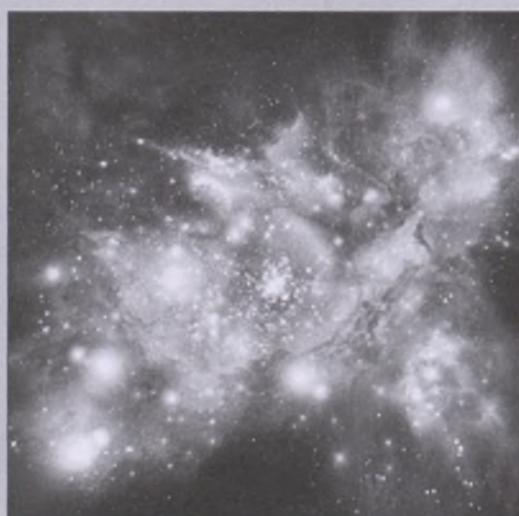
kamery (ISAAC: Infrared Spectrometer And Array Camera) teleskopu VLT. Sporządzono kilka obrazów gromady z użyciem różnych filtrów, by w pierwszym przybliżeniu uzyskać rozkład promieniowania kilku tysięcy galaktyk widocznych w badanym polu. W ten sposób wyselekcjonowano te, które były podejrzane o wielką odległość. Następnie wykorzystano dotychczasowe obserwacje gromady z użyciem teleskopu kanadyjsko-francuskiego (CFHT) na Hawajach oraz teleskopu Hubble'a, pozostawiając

zaledwie 6 kandydatek na bardzo odległe galaktyki (rys. 6). Nadeszła chwila prawdy: wykorzystując specjalną rezerwę czasu obserwacyjnego pozostałącego w gestii samego dyrektora placówki VLT, przeprowadzono przy użyciu ISAAC-a tym razem spektroskopowe obserwacje jednej z kandydatek. Po kilku miesiącach żmudnych i powtarzanych wielokrotnie analiz astronomowie zdecydowali się ogłosić fakt identyfikacji linii Lyman- α na fali 1,34 μm , tj. odpowiadającej przesunięciu ku czerwieni równemu pra-

wie dokładnie 10 (przypomnijmy, że $z = \Delta\lambda/\lambda_0$, zaś $\lambda_0 = 121,6 \text{ nm} = 0,1216 \mu\text{m}$) — patrz rys. 7.

Tym razem mamy więc do czynienia z obiektem odległym o 13,23 mld l.s.w. (zaledwie 470 mln lat po Wielkim Wybuchu, gdy Wszechświat liczył sobie 3% obecnego wieku).

I tu również oceny rozmiarów obiektu IR 1916 dają zaskakujący może na pierwszy rzut oka wynik: zaledwie 3000 l.s.w. A jednak, biorąc pod uwagę, że mamy do czynienia z obiektem bardzo intensywnie produkującym małe, masywne gwiazdy (co wnioskujemy po rozkładzie obserwowanej energii w widmie), zaczyna nam to wszystko pasować do układanki, w której staramy się odtworzyć zachodzące w młodym Wszechświecie procesy — widzimy tu najwyraźniej protogalaktykę, niewielki składnik — cegiełkę, która będzie podstawowym budulcem istniejących do dziś galaktyk. Podkreślimy jeszcze raz: nie mielibyśmy szans na zaobserwowanie tak odległego i tak niewielkiego obiektu, gdyby nie zjawisko soczewkowania grawitacyjnego. Badający widmo protogalaktyki IR 1916 astronomowie pokusili się o ocenę jej masy, uzyskując wielkość 10 mln mas Słońca (to ponad 10 000 razy mniej niż



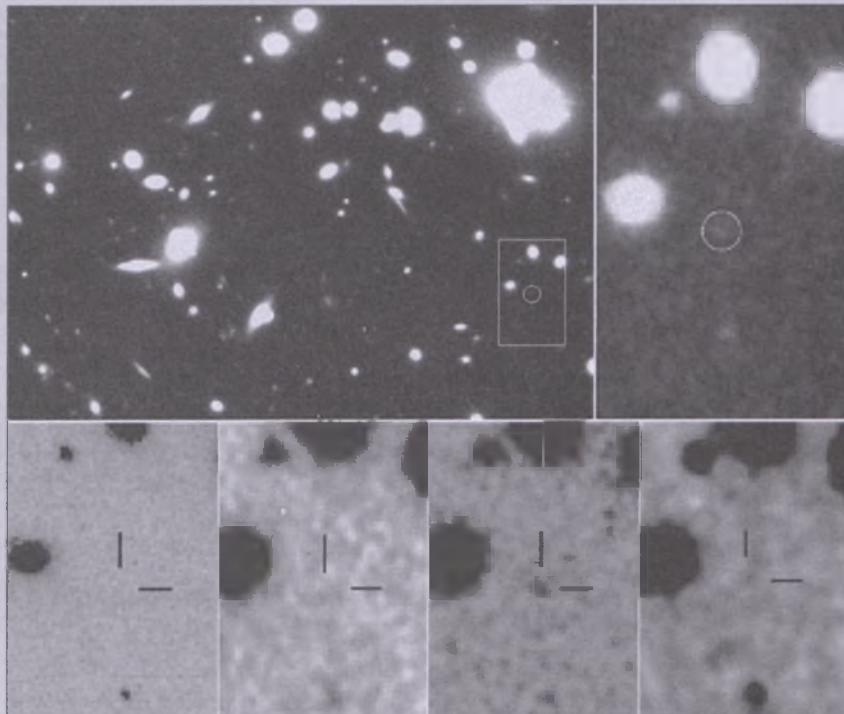
Rys. 4. Wizja artystyczna procesu narodzin gwiazd w obiekcie soczewkowanym przez gromadę galaktyk w konstelacji Rysia

masa naszej Galaktyki). Artykuł prezentujący to odkrycie ukazał się na łamach *Astronomy and Astrophysics*, vol. 416, s. L35, jest też dostępny w Internecie ([fr.arxiv.org/abs/astro-ph/0403025](https://arxiv.org/abs/astro-ph/0403025)).

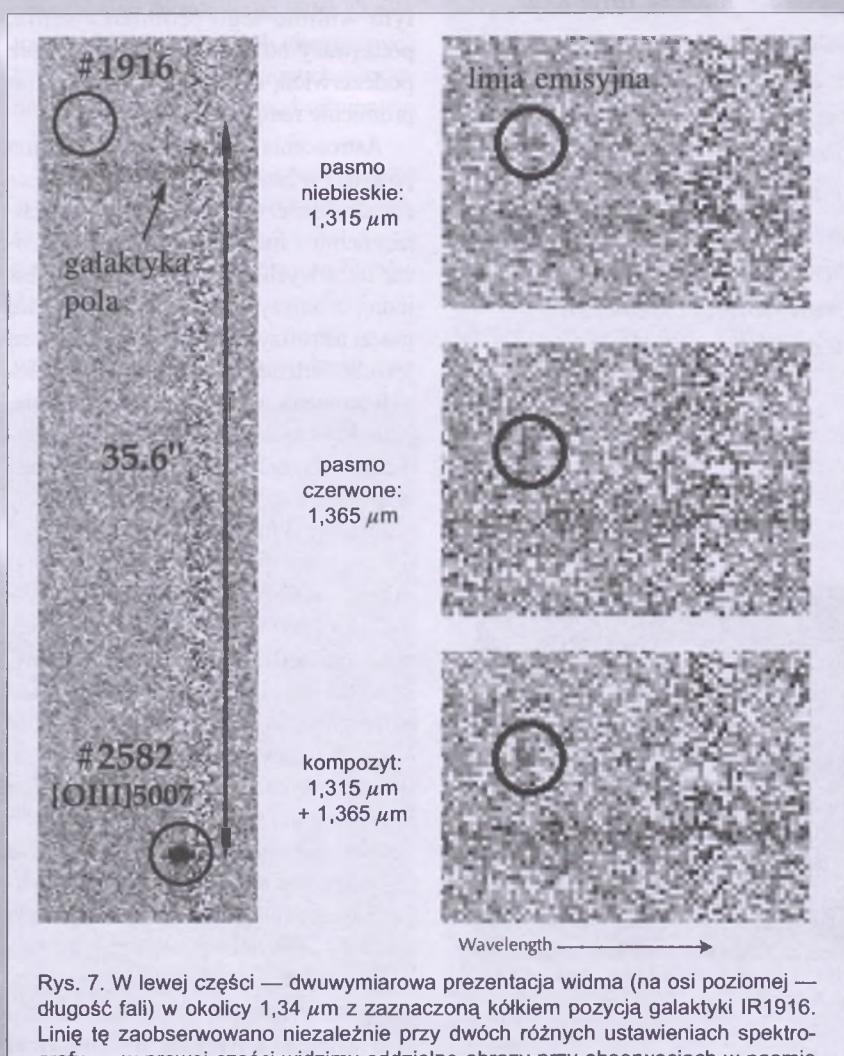
Warto podkreślić, że poszukiwanie i identyfikacja najodleglejszych galaktyk we Wszechświecie to znacznie więcej niż zwykła rywalizacja o znalezienie jak największej wartości przesunięcia ku czerwieni z . Każda obserwacja to niezwykle cenny, unikalny przyczynek do zrozumienia tego, co dzieło się w młodym Wszechświecie, w czasie pierwszego miliarda lat jego istnienia. Jeszcze do niedawna ten fragment jego historii wydawał się obszarem czysto teoretycznych dociekań, jedyny obserwacyjny ślad z tamtej epoki stanowiło mikrofalowe promieniowanie tła. Wydawać by się mogło, że promieniowanie to niesie informację tylko o epoce rekombinacji wodoru, jakieś 380 tys. lat po Wielkim Wybuchu, odkąd to fotony bez przeszkode biegły przez obserwowały Wszechświat...

A jednak — część z nich po drodze ulegała rozpraszaniu na cząstach naładowanych, co powodowało polaryzację promieniowania w dużych skalach kątowych na niebie. Fakt ten potwierdziły obserwacje przeprowadzone przez sondę WMAP. Jak się wydaje, już kilkaset milionów lat po Wielkim Wybuchu około 17% fotonów promieniowania reliktowego było rozpraszanych przez cienką mgiełkę zjonizowanego gazu. Powstała ona w wyniku powtórnej jonizacji kosmicznego wodoru i helu przez promieniowanie pochodzące z pierwszego pokolenia niezwykle masywnych i gorących gwiazd. Mało kto spodziewał się tak silnej polaryzacji, tak silnego rozpraszania, tak szybkiej powtórnej jonizacji materii, tak gwałtownej i tak wielkiej obfitości jasnych, masywnych gwiazd — prawdopodobnie już w epoce 200—300 mln lat po Wielkim Wybuchu. Tak oto, zbierając obserwacyjne poszlaki z krańców Wszechświata, stajemy w obliczu potęgi sił kształtujących jego obraz od samego początku istnienia.

Krzesztof Rochowicz pracuje jako adiunkt w Centrum Astronomii UMK, zajmując się spektroskopią gwiazd i galaktyk, jest również redaktorem pisma „*Urania-PA*”



Rys. 6. Obrazy soczewkowanej galaktyki IR1916 (zaznaczonej kółkiem i kreskami) w grupie Abell 1835. Dolna sekwencja zdjęć ukazuje obrazy w pasmach R (zakres widzialny — zdjęcie z HST; tu galaktyka nie jest widoczna) oraz J, H, K (bliska podczerwień)

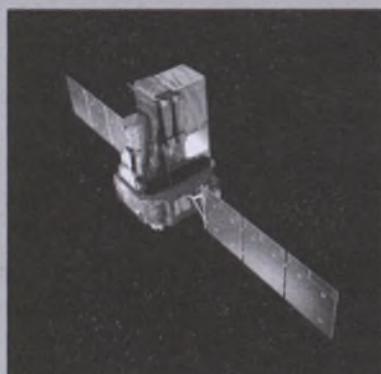


Rys. 7. W lewej części — dwuwymiarowa prezentacja widma (na osi poziomej — długość fali) w okolicy $1,34 \mu\text{m}$ z zaznaczoną kółkiem pozycją galaktyki IR1916. Linię tę zaobserwowano niezależnie przy dwóch różnych ustawieniach spektrografia — w prawej części widzimy oddzielne obrazy przy obserwacjach w pasmie centralnym $1,315 \mu\text{m}$ i $1,365 \mu\text{m}$ oraz ich sumę

INTEGRAL

obserwuje Wszechświat

W dniach 16-20 lutego 2004 r. w Monachium odbyła się konferencja poświęcona pierwszym obserwacjom dokonanym przez satelitę INTEGRAL. Licznie wzięli w niej udział astronomowie z Polski, jako że nasz kraj uczestniczył w przygotowaniu misji i uzyskał dostęp do danych obserwacyjnych w tzw. czasie gwarantowanym, jak również na podstawie projektów zgłoszonych w otwartym konkursie



Rys. 1. Satelita INTEGRAL (rysunek artystyczny)

Astronomia w promieniach gamma

Światło widzialne, jakie dociera do naszych oczu na przykład ze Słońca, jest tylko jednym z zakresów promieniowania elektromagnetycznego. Uczniowie korzystają jednak z danych zawartych w całym widmie tego promieniowania, począwszy od fal radiowych, poprzez podczerwień, optykę, nadfiolet, aż po promienie rentgenowskie i gamma.

Astronomia rentgenowska i gamma powstała w latach 60. XX stulecia i obecnie, dzięki niezwykłemu postępowi technicznemu i możliwości wysyłania coraz to nowych misji kosmicznych, jest jedną z najszybciej rozwijających się gałęzi astrofizyki. Promienie gamma są jeszcze bardziej przenikliwe od promieni Roentgena, używanych w medycynie, jednak większość z nich jest zatrzymywana w atmosferze i nie dociera do powierzchni Ziemi. Z tego powodu obserwacje w tym zakresie muszą być dokonywane przez satelity krążące po orbicieokołoziemskiej.

Zakres promieniowania gamma obejmuje najbardziej energetyczne fotony, jakie do nas docierają. Przynoszą one informacje z najdalszych zakątków Wszechświata, z wnętrz kwazarów i jąder aktywnych galaktyk, z tajemniczych błysków gamma, a także z niezwykłych obiektów znajdujących się w naszym „bliskim” sąsiedztwie, takich jak akrejujące czarne dziury, mikrokwazary, gwiazdy neutronowe czy też wybuchy supernowych. Duże ilości fotonów gamma docierają do nas również z ośrodka międzygwiazdowego w dysku naszej Galaktyki, stanowiąc ślad nukleosyntez pierwiastków i będąc wynikiem od-

działywania materii ośrodka z częstotliwościami promieniowania kosmicznego.

Mechanizmy emisji promieniowania gamma są fascynującym zagadnieniem naukowym. Jasność źródeł tego promieniowania bardzo często zmienia się w skali sekund, godzin lub dni, dzięki czemu jest możliwe badanie obiektów kosmicznych produkujących olbrzymie ilości energii. Ponieważ silna aktywność jest znaczącym etapem w życiu gwiazd i galaktyk, jej badanie pozwoli nam lepiej zrozumieć ewolucję Wszechświata jako całości, jego hierarchiczną strukturę, jak również skład chemiczny.

Misja INTEGRAL

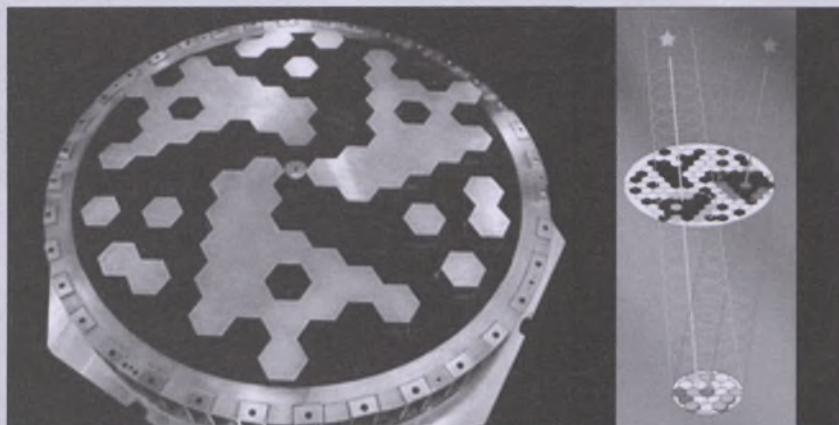
Dotychczasowe obserwacje pokazyły, że znaczna część energii obiektów kosmicznych jest emitowana w zakresie gamma. Obserwacje w tej dziedzinie nie są jednak łatwe, nawet spoza atmosfery ziemskiej. Fotony gamma są miliony bardziej energetyczne od fotoniów światła widzialnego i dzięki temu mogą przenikać przez materię bardzo niewiele z nią oddziałując. Z jednej strony oznacza to, że możemy dzięki nim bezpośrednio badać źródła, które je wyemitowały, ale z drugiej strony stwarza olbrzymie trudności w ich detekcji: foton gamma mogą przenikać przez tradycyjne urządzenia.

INTEGRAL (INTERNATIONAL GAMMA RAY ASTROPHYSICS LABORATORY) jest kolejnym satelitą obserwującym w zakresie gamma, przewyższającym jednak swych poprzedników pod względem czułości. Znajdują się na nim dwa specjalnie zaprojektowane teleskopy, z których pierwszy wykonuje „zdjęcia” obiektów w promieniach gamma, a dru-

gi mierzy ich energię. Ponadto obserwacje wykonują również dwa dodatkowe urządzenia, monitor rentgenowski i kamera optyczna. Po raz pierwszy zatem będzie możliwa jednoczesna detekcja źródeł w szerokim zakresie energii, a porównanie danych optycznych, rentgenowskich i gamma pozwoli astronomom na dokładniejsze zbadanie procesów wysokoenergetycznych zachodzących w Kosmosie.

Polska uczestniczyła w budowie dwóch spośród czterech instrumentów satelity INTEGRAL. Detektor IBIS (*Imager on Board the INTEGRAL Satellite*) pozwala na lokalizację źródeł promieniowania gamma z dokładnością do 30 sekund łuku — odpowiada to zlokalizowaniu pojedynczego człowieka w tłumie odległym od nas o 1,3 km! Instrument pracuje w zakresie energii od 15 keV do 10 MeV*. Detektor składa się z dwóch warstw, z których górna, zbudowana z tellurku kadmu (CdTe), rejestruje fotony o niższych energiach, a dolna, zbudowana z jodku cezu (CsI) odbiera fotony o wyższych energiach. Polscy inżynierowie, pod kierunkiem Piotra Orleańskiego z warszawskiego Centrum Badań Kosmicznych, wykonali dla tego detektora urządzenie elektroniczne dla systemu antykoincydencji, które znalazło się na pokładzie satelity.

Z kolei inna grupa pod kierunkiem Grzegorza Juchnikowskiego i Marka Morawskiego, również z Centrum Badań Kosmicznych w Warszawie, uczest-



Rys. 2. Trzy z czterech instrumentów znajdujących się na pokładzie satelity INTEGRAL wyposażone są w specjalne maski, zastępujące tradycyjne lustra i soczewki używane w teleskopach. Maska taka jest pokryta siatką „dziur”, przez które mogą przechodzić promienie gamma. Padają one na powierzchnię detektora pod kątem zależnym od kierunku, z którego nadeszły. W rezultacie „cień” rzucany przez maskę na detektor umożliwia odtworzenie obrazu źródła na niebie

niczyła w wykonaniu naziemnego systemu elektroniki i oprogramowania do przetwarzania danych dla instrumentu JEM-X (*Joint European X-ray Monitor*). Działa on w zakresie energii od 3 do 35 keV i z rozdzielcością kątową porównywalną do teleskopu IBIS. Detektor ten składa się z dwóch identycznych komór gazowych wypełnionych mieszaniną ksenonu i metanu pod ciśnieniem 1,5 atm.

Uruchomienie satelity nastąpiło po prawie 10 latach przygotowań i testów, w których uczestniczyły instytucje z wielu krajów Europy oraz ze Stanów Zjednoczonych.

INTEGRAL został wystrzelony 17 października 2002 r. z kosmodromu Baj-

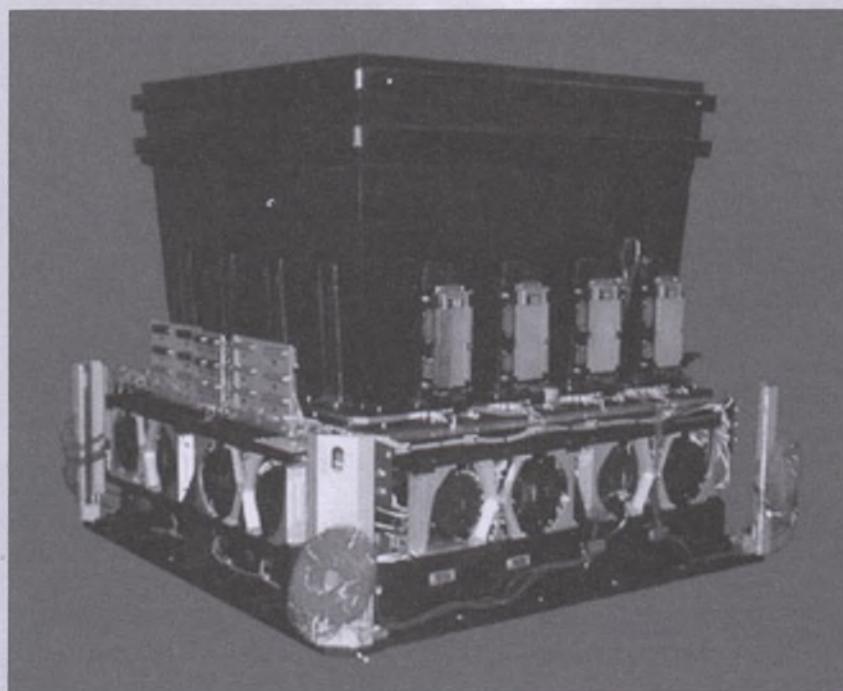
konur w Kazachstanie, za pomocą rakiety Proton. Jest to największa rosyjska rakieta, o długości ponad 57 m i masie ponad 700 t. Rosyjska Agencja Kosmiczna zgodziła się bezpłatnie wystrzelić satelitę, w zamian za udział w jego czasie obserwacyjnym.

Główne centrum zbierania danych mieści się obecnie w Versoix pod Genewą. Tutaj również udział polskich uczonych jest znaczący: od 1996 r. do teraz pracowali tam kolejno Jerzy Borkowski, Daniel Rychcik i Piotr Lubiński. Ze strony polskiej zarówno współpracę z centrum w Genewie, jak i wykonanie elektroniki koordynował Andrzej Zdziarski z Centrum Astronomicznego im. Mikołaja Kopernika w Warszawie.

Pierwsze obserwacje

Misja INTEGRAL, początkowo planowana na 2 lata, została przedłużona do roku 2008. Pierwsze rezultaty, zaprezentowane na konferencji w Monachium, potwierdziły wysoką jakość danych, jakie można uzyskać z INTEGRAL-a.

Najwięcej miejsca poświęcono obserwacjom rentgenowskich układów podwójnych. W układach takich, obok zwykłej gwiazdy, występuje tak zwany obiekt zwarty, czyli gwiazda neutronowa bądź czarna dziura. Są one znacz-



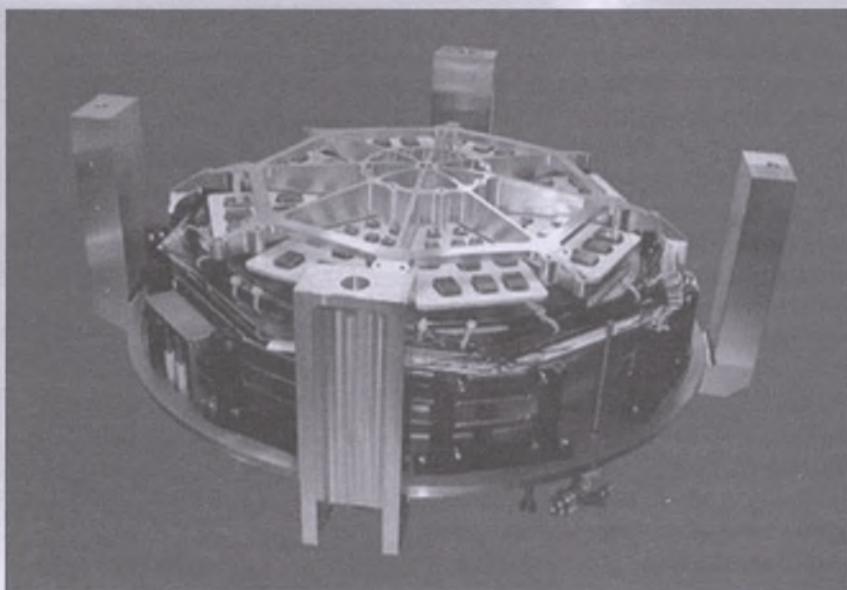
Rys. 3. Instrument IBIS

* keV (kilelektronowolt) to jednostka energii często używana w astrofizyce, równa 10^3 elektronowoltów. 1 elektronowolt jest to jednostka energii równa zmianie energii kinetycznej elektronu w polu elektrycznym o różnicy potencjału 1 volta. 1 MeV to 10^6 elektronowoltów.

cymi źródłami promieniowania w zakresie rentgenowskim i gamma dzięki ogromnym polom grawitacyjnym, jakie wytwarzają wokół siebie. Pole to może przyspieszać cząstki w pobliżu gwiazdy neutronowej lub czarnej dziury do olbrzymich prędkości.

Jednym z najczęściej obserwowanych układów jest **Cygnus X-1**, zawierający czarną dziurę. Problemem nurtującym astrofizyków jest obecnie pytanie o rozkład prędkości cząstek emitujących twardy promieniowanie X i gamma w pobliżu czarnej dziury; nie wiadomo, czy jest on termiczny (rozkład Maxwella) czy też nietermiczny (taki, w którym znaczny procent cząstek osiąga bardzo duże prędkości). Obserwacje wykonane w listopadzie i grudniu 2002 r. wskazują na to, że elektrony emitujące promieniowanie w zakresie 100-300 keV, gdzie statystyka INTEGRAL-a jest bardzo dobra, są nietermiczne, gdyż nie zarejestrowano charakterystycznego obcięcia w widmie tego promieniowania.

Innym ciekawym źródłem jest **Cygnus X-3**, co do którego nie ma pewności, czy zawiera gwiazdę neutronową czy czarną dziurę. Wykonanie dokładnej analizy jego widma promieniowania i porównanie z widmami innych układów, których zmierzzone funkcje mas pozwalają na stwierdzenie, że obiekt zwarty prawie na pewno jest czarną dziurą (jest zbyt ciężki na gwiazdę neutronową), powinno pozwolić na choćby częściowe rozwiązanie tych wątpliwości. Na razie para-



Rys. 4. Instrument JEM-X

metry widma uzyskane między innymi dzięki pracy polskich uczonych z Centrum im. Kopernika, Andrzeja Zdziarskiego i Ani Szostek, są bardzo typowe dla układów podwójnych z czarną dziurą, na którą w bardzo dużym tempie opada materia z sąsiedniej gwiazdy. Ponadto INTEGRAL zaobserwował dwa nowe źródła, nazwane na razie IGR J16318-4848 i IGR J19140+098, bardzo podobne do Cygnusa X-3, który do niedawna był uważany za wyjątkowy w swojej klasie. Tym samym postuluje się, że źródła te stanowią ważne ognisko w ewolucji masowych układów podwójnych, które ostatecznie zakończą życie jako dwie krążące wokół siebie czarne dziury. Takich układów nie będziemy już jednak w stanie obserwować za pomocą teleskopów rentgenowskich, a jedyną oznaką ich istnienia będą fale grawitacyjne.

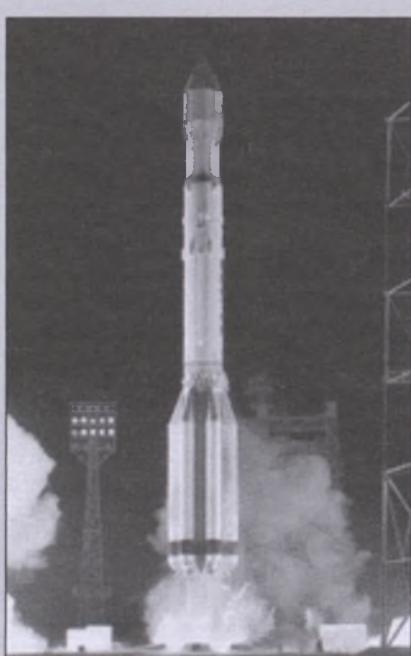
Szeroką kampanię obserwacyjną, w której uczestniczyli również polscy astronomowie, przeprowadzono dla źródła **GRS1915+105**. Jest to tak zwany mikrokwazar, czyli układ podwójny z czarną dziurą (tutaj rekordowo masową — około 14 razy cięższą od Słońca!), który wyrzuca z olbrzymimi prędkościami dwie strugi materii, sięgające znaczących odległości. Emisja promieniowania X i gamma z tego źródła charakteryzuje się bardzo silną zmiennością w czasie, a wykresy przedstawiające tę zmienność (krzywe blasku) wyglądają bardzo różnie, w zależności od momentu obserwacji. Również widmo promieniowania tego mikrokwazara jest bardzo skomplikowane i jego kształt zmienia się bardzo

szynko. Analiza zebranych obserwacji, których obecnie jest już bardzo wiele, być może przyczyni się do odpowiedzi na pytanie o to, jak właściwie powstają strugi materii wyrzucane z okolicy czarnej dziury.

Kolejna sesja poświęcona była pulsarom. INTEGRAL zaobserwował do tej pory 15 pulsarów rentgenowskich, w tym słynny pulsar **Vela X-1**, dla którego zarejestrowano niezwykle rozbłyski, o nie notowanej dotąd amplitudzie. Ponieważ nie zależy one od położenia gwiazdy neutronowej w ruchu orbitalnym, przypuszcza się, że odzwierciedlają one gwałtowne zmiany w tempie akrecji materii z towarzyszącą na tą gwiazdę. Ponadto spektrometr SPI stwierdził obecność linii emisywnej o energii 53 keV, prawdopodobnie związanej z promieniowaniem cyklotronowym.

W obserwacjach pulsarów brali udział również polscy astronomowie, a wyniki obserwacji referował na konferencji Mirosław Denis z Centrum Badań Kosmicznych. Dla pulsara **OAO.1657-415** wyznaczono dokładne parametry orbity w układzie podwójnym, na co pozwoliło porównanie zaobserwowanego przez INTEGRAL momentu zaćmienia z przewidywaniami opartymi na wcześniejszych obserwacjach satelity BATSE.

INTEGRAL obserwował również aktywne jądra galaktyk. W ich centrach znajdują się czarne dziury o masach rzędu milionów mas Słońca, na które z ogromną prędkością opada otaczający gaz. Jednym z takich jąder jest **NGC 4151**, obserwowany w maju 2003 r.

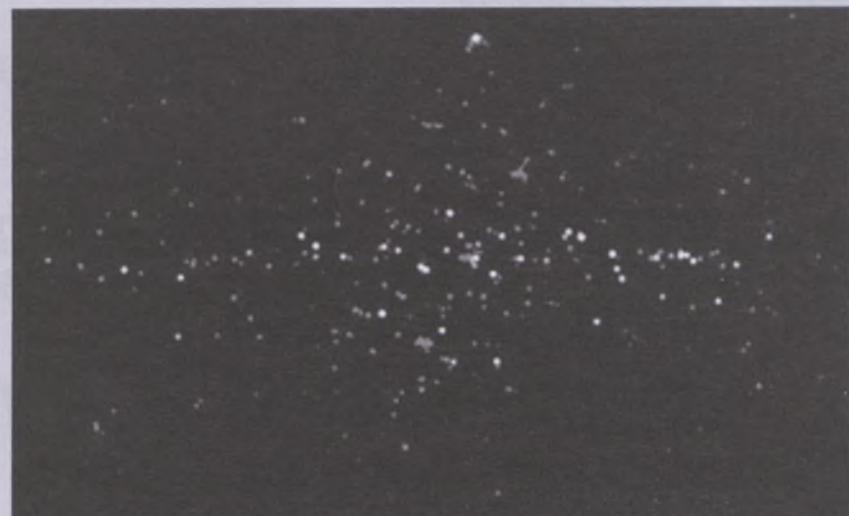


Rys. 5. Rosyjska rakieta Proton

równocześnie przez satelity INTEGRAL, XMM Newton i Rossi X-ray Timing Explorer. Wyniki tej kampanii obserwacyjnej, podczas której źródło znajdowało się w jednym z najjaśniejszych stanów, jakie kiedykolwiek zarejestrowano, przedstawił na konferencji Andrzej Zdziarski.

Niektóre z aktywnych jąder są tak jasne, że przyjmują blask całej mączystej galaktyki. Są to kwazary. Część z nich wykazuje silną emisję również w dziedzinie radiowej, będącą wynikiem oświetlania odległych od kwazara obłoków gazowych przez wyrzucaną przez niego wąską strugę materii, tzw. dżet. W związku z tym istotne mogą okazać się równoczesne obserwacje w zakresie rentgenowskim i radiowym, jakie przeprowadzono na przykład dla kwazara **3C 273**. Twarde promieniowanie X tego źródła pochodzi najprawdopodobniej z dżetu, a jego zmienność jest skorelowana ze zmiennością w zakresie radiowym.

I wreszcie istotne informacje uzyskane dzięki pracy INTEGRAL-a dotyczą rozproszonej emisji rentgenowskiej i gamma w Kosmosie. Szczególnie ważne okazują się linie emisyjne niektórych pierwiastków, takich jak glin, żelazo, tytan czy nikiel, będące swego rodzaju „odciskami palców” pozostawionymi przez te pierwiastki w promieniowaniu gamma. Pomiary tych linii stanowią doskonałą metodę badania procesów nukleosyntezy, zachodzących podczas ko-



Rys. 6. Centrum naszej Galaktyki obserwowane przez INTEGRAL (źródło: ESA, F. Lebrun CEA-Saclay)

smicznych eksplozji (np. supernowych, hipernowych). Są one również istotne z punktu widzenia teorii ewolucji gwiazd, na przykład olbrzymów typu O lub gwiazd typu Wolfa-Rayeta, emitujących bardzo silne wiatry gwiazdowe (linia glinu na 1890 keV). Ponadto obserwacje tych linii umożliwiają badanie kinematyki ośrodka międzygwiazdowego.

Z ostatniej chwili...

Jak ostatnio podała Europejska Agencja Kosmiczna (artykuł ukazał się w najnowszym wydaniu „Nature” z 18 marca 2004 r.), INTEGRAL-owi udało się zbadać rozproszone promieniowanie gamma pochodzące z centrum naszej Galaktyki i rozdzielić jego źródła na pra-

wie 100 pojedynczych obiektów. Były to możliwe dzięki bardzo wysokiej zdolności rozdzielczej instrumentu IBIS na pokładzie INTEGRAL-a.

Zdolności takiej nie posiadały poprzednie misje kosmiczne, które przez ostatnie 30 lat usiłowały rozwiązać zagadkę rozproszonej emisji gamma. Poniaważ nie potrafiły one rozdzielić źródeł tego promieniowania, sugerowano, iż pochodzi ono z ośrodka międzygwiazdowego. Jednak żaden ze znanych mechanizmów oddziaływań cząstek w takim ośrodku nie byłby w stanie wyprodukować promieniowania o obserwowanym natężeniu.

Na razie nie wiadomo, czym dokładnie są obiekty zaobserwowane przez INTEGRAL. Być może są to akrejujące czarne dziury znajdujące się w układach podwójnych nie znanej dotychczas klasy, możliwe są też inne interpretacje. Jedno jest natomiast pewne: generowana przez nie energia odpowiada za niemal 90% emisji tła w zakresie miękkich promieni gamma w centrum naszej Galaktyki.

Źródłem wszystkich ilustracji jest ESA: <http://sci.esa.int>, natomiast fotografie wykonane uczestnikom konferencji, zostały zamieszczone w większej ilości na stronie: <http://www.mpe.mpg.de/gamma/instruments/integral/workshop/www/Pictures/>



Członkowie Komitetu Organizacyjnego w towarzystwie pań z sekretariatu LOC. Pierwszy z lewej — Gottfried Kanbach; pierwszy z prawej — Gisela Lichti; trzeci z prawej — Volker Schoenfelder

Agnieszka Janiuk pracuje w CAMK PAN w Warszawie. Zajmuje się astrofizyką wysokich energii, a jej główną pasją są dyski akrecyjne w aktywnych jądrach galaktyk i układach podwójnych

Naiad
Thalassa
Despina
Galatea
Larissa
Proteus
Nereid

Księżyce Neptuna na zdjęciach dostarczonych przez sondę Voyager 2

Księżyce układu dalekiego Neptuna

Mieło ponad półtora wieku od odkrycia Neptuna i jego największego księżyca — Trytona. Za siedem lat zakończy się — od chwili odkrycia tej najdalszej planety (jeśli nie liczyć Plutona) — jej pierwszy pełny obieg wokół Słońca (w roku 2011).

Chociaż odkrycie tej kolejnej planety Układu Słonecznego stanowi niebywale fascynującą historię, pełną dramatycznych, jak również sympatycznych wydarzeń, w których uczestniczyli astronomowie Anglii (John Couch Adams, Sir George Biddell Airy, wilebny John Challis), Francji (Urbain J. J. Le Verrier, Dominique F. J. Arago), a także Niemiec (Johann Gottfried Galle i Heinrich Ludwig d'Arrest), to jednak celem tego artykułu jest opis księżyców Neptuna i im poświęci się główną uwagę. W każdym razie położenie nieznanej planety zakłócającej ruch Urana obliczył i Adams, i Le Verrier, zaś według efemerydy — i na prośbę Le Verriera — odkrył ją 23 września 1846 r. w Berlinie Galle, któremu wydajnie pomagał d'Arrest. Teoretyczne przewidzenie pozycji nieznanej planety, a następnie jej odkrycie według obliczonej efemerydy stanowiło ogromny sukces newtonowskiej mechaniki nieba (zob. np. *Odległe planety w Układzie Słonecznym* T. Z. Dworaka i J. M. Kreinera).

Już w niespełna trzy tygodnie później, 10 października 1846 r., William Lassell odkrył duży księżyc Neptuna, który nazwał Trytonem. Przez ponad 100 lat był to jedyny znany księżyc tej planety, zaś w momencie jego odkrycia był to czternasty satelita w Układzie Słonecznym. Dopiero w 1949 r. Gerard P.

Kuiper odkrył drugi, niewielki księżyc obiegający Neptuna po zadziwiającej orbicie, który nazwał Nereidą.

I znowu przez ponad 30 lat wykazywano w almanachach, tabelach, podręcznikach, monografiach, że Neptun, ostatnia z dużych planet (pod względem rozmiarów i masy bardzo podobny do Urana), ma dwa księżyce. Jednakże w dniu 25 maja 1981 r. w trakcie obserwacji bliskiego złączenia kątowego Neptuna z gwiazdą 52 Ophiuchi H. Reitsema zarejestrował ośmiosekundowe zniknięcie tej gwiazdy. Efekt ten został poprawnie zinterpretowany jako zakrycie gwiazdy przez nieznany księżyc Neptuna, wewnętrzny względem orbity Trytona. Oznaczono go nawet prowizorycznie 1981 N 1.

Wreszcie, 15 lat temu, 25 sierpnia 1989 r. Voyager 2 osiągnął — po 12 latach podróży — układ Neptuna odległy wtedy od Ziemi o blisko 4,5 mld kilometrów. Stanowiło to ogromny, tryumfalny sukces astronautyki XX wieku.

Kamery tej sondy kosmicznej zarejestrowały aż 6 nowych, niewielkich satelitów Neptuna; wszystkie one obiegają macierzystą planetę wewnątrz drogi Trytona wokół planety, przy czym księżyc nazwany Larissą jest najprawdopodobniej tożsamy z satelitą 1981 N 1. Natomiast Naiadę i Thallasę zidentyfikował R. Terrile; Despoinę, Galatheę i Proteusa — S. P. Synnott. Tabela 1 zawiera podstawowe dane o „klasycznych” oraz nowo odkrytych księżycach Neptuna.

Nim przejdziemy do opisu ostatniego sukcesu misji Voyager 2, przedstawićmy pokrótkę historię rozoważań i przypuszczeń na temat układu Neptuna.

Tabela 1. Podstawowe dane o księżycach Neptuna

Nazwa	Wielka półos (km)	Okres obiegu (doby)	Mimośród e	Nachylenie i	Średnica (km)
Naiada	48 230	0,294	0,0003	4,738°	66
Thalassa	50 080	0,311	0,0002	0,205	82
Despoina	52 530	0,335	0,0001	0,065	148
Galathea	61 950	0,429	0,0001	0,054	176
Larissa	73 550	0,555	0,0014	0,201	210×180
Protheus	117 640	1,122	0,0004	0,039	440×415×400
Tryton	354 800	5,877	0,0000	156,834	2707
Nereida	5 513 000	360,14	0,7512	7,232	340
2002 N1	15 686 000	1874,83	0,5720	134,067	48
2002 N2	19 345 000	2405,98	0,4686	45,534	48
2002 N3	20 723 000	2674,87	0,6005	33,811	48
2003 N1	46 738 000	9136,11	0,4503	137,337	28

Niemal natychmiast po odkryciu Neptuna astronomowie mieli z nim same kłopoty (a nawet jeszcze przed samym odkryciem...). Okazało się, że przyjęta z góry dla orbity tej planety jej wielka półos jako równa 39 j.a. (co miało wynikać z reguły Titiusa-Bodego) była o wiele za dużą! Neptun obiega Słońce w średniej odległości 30,07 j.a. (aż 4,5 mld km) w ciągu 164 lat 264,1 doby, niejako naruszając słynną już w tym czasie regułę (do odległości Urana wszysktko się zgadzało). Nic zatem dziwnego, iż niektórzy astronomowie zaczęli traktować tę empiryczną regułę z wielką nieufnością, zwłaszcza mając w pamięci kompromitację idei pitagorejskich. Inni astronomowie, już po odkryciu kolejnej planety — Plutona — uważały, że reguła jest w „porządku”, natomiast sytuacja planet na periferiach Układu Słonecznego jest nie tak prosta: dla odległości 38,8 j.a. RT-B spełnia, być może, właśnie Pluton, a nie Neptun.

Zrodziło się zatem podejrzenie wsparte takim argumentem jak nietypowy kształt (elementy) orbity Plutona, jego okres rotacji, że ten ostatni jest byłym księżykiem... Neptuna. Przytoczone tu zostaną pewne argumenty na rzecz koncepcji, według której Neptun — wraz z Plutonem i innymi księżykami — miał jakoby obiegać Słońce w przeciętnej odległości około 38 j.a.

Otoż Tryton obiega „macierzystą” planetę, Neptuna, po ścisłe kołowej orbicie o promieniu 354 800 km, ale ruchem wstecznym! (płaszczyzna jego orbity jest nachylona do płaszczyzny równika planety pod kątem 157°) w czasie 5 dni 21 godzin. Małeńska Nereida

natomast okrąża Neptuna ruchem prostym, lecz po silnie spłaszczonej orbicie (o mimośrodku $e = 0,7512$ — jest to rekord w świecie księżyków planet), której płaszczyzna jest nachylona do płaszczyzny równika macierzystego globu pod kątem ponad 7°. Jeden obieg wokół Neptuna wykonuje ona w ciągu ponad 360 dni, czyli niemal w ciągu jednego roku ziemskiego. Ze względu na duży mimośród orbity Nereida w peryneptuum zbliża się do planety na odległość 1 400 000 km, zaś oddala w aponeptuum na dystans 9 700 000 km.

Jest to więc, jak się wydaje, najdziwniejsza para satelitów w Układzie Słonecznym, nie układająca się w żaden znany dotąd schemat (zob. też „Postępy Astronomii” 1/1997). Można zatem przyjąć, iż w takiej konfiguracji układ Neptuna raczej nie powstał. Musiało się tedy wydarzyć coś niezwykłego w tym odległym od Ziemi rejonie Układu Słonecznego; tak przynajmniej sądzą niektórzy uczeni astronomowie.

Jeśli przyjąć, jak to uczynili astronomowie: japoński Issei Yamamoto oraz angielski Raymond A. Lyttleton, że Pluton (z Charonem) to były księżyc Neptuna i cały ten układ zajmował należne mu według reguły Titiusa-Bodego miejsce „pod Słońcem”, to rozwijając te myсли, można by spróbować wyjaśnić pewne niepokojące osobliwości periferii Układu Słonecznego.

Być może, iż z powodu jakiejś katastrofy kosmicznej układ Neptuna został „zdewastowany” i „rozkojarzony”. Przez Pluton stał się samodzielna planetą (która rozpadła się na dwa ciała: Pluton i Charon), ale o bardzo nietypowej tra-

jektorii, Neptun został „przerzucony” na jeszcze bardziej nietypową orbitę, bo nie spełniającą reguły Titiusa-Bodego, a w świecie jego księżyków nastąpiło „zupełne materii pomieszanie” — wyrwanie z tego układu Plutona spowodowało odwrócenie na wstecznego ruchu orbitalnego Trytona i silne spłaszczanie orbity Nereidy.

Tak w ogromnym skrócie miałyby wyglądać scenariusz wydarzeń w układzie Neptuna na krańcach Systemu Słonecznego. Jest to jednak zaledwie jedna z hipotez.

Zagadką układu Neptuna był również jego domniemany początkowo pierścień. Po raz pierwszy, wkrótce po odkryciu planety i jej największego księżyca, pierścień zaobserwował wspominany już W. Lassell. Pierścień widzieli także inni, asystujący Lasselliowi, obserwatorzy. Dostrzegły go też w 1847 r. wielebnny James Challis, dyrektor Obserwatorium Astronomicznego Uniwersytetu w Cambridge, a razem z nim — jego współpracownik Morgan. Nieco zaś wcześniej, bo pod koniec 1846 r., John Russell Hind stwierdził, że nie wyklucza możliwości istnienia wokół Neptuna pierścienia, ponieważ obraz planety w jego niewielkim co prawda teleskopie (20 cm) ma wydłużony kształt i to w tych kierunkach, w których widział pierścień Lassella.

Potem nastąpiło coś dziwnego. Po czterech miesiącach widoczności nikt już nigdy nie zobaczył żadnego pierścienia — nawet jego odkrywcy. Czy był on złudzeniem optycznym, efektem wad instrumentów, albo też obserwatorzy ulegli sugestii (wszyscy oni byli Angli-

kami)? Nie wiadomo. Później o tym zadaniu zapomniano aż do lat 70. XX w., kiedy to po odkryciu pierścieni Jowisza i Urana podjęto uczone spekulacje, czy również wokół Neptuna nie występują twory pierścieniowe, zwłaszcza że pewne obserwacje zakrycia gwiazdy przez Neptuna wydawały się wskazywać na taką możliwość.

Rozstrzygnięcie tego problemu przyniosła dopiero penetracja układu Neptuna przez sondę Voyager 2. Wtedy okazało się, że Neptuna obiegają aż 4 niezwykle rzadkie pierścienie, ale raczej nie mają one nic wspólnego z tą dawną jakoby obserwowaną.

Dzięki misji astronautycznej Voyagera 2 odkryto nie tylko 6 nowych minasatelitów i 4 wielce osobliwe pierścienie materii biegnące wokół tej planety, ale poznano dokładnie średnicę Trytona i środowisko na jego powierzchni.

Chociaż rozmiary Trytona okazały się mniejsze niż to wcześniej przypuszczano na podstawie pomiarów wykonanych w obserwatoriach ziemskich (nie 3 500 km, lecz zaledwie 2 707 km), to jednak i ten księżyc nie sprawił zawodu astronomom, przedstawiając się jako kolejne wielce oryginalne ciało Układu Słonecznego.

Powierzchnia Trytona to wcale uroombaicony lodowy krajobraz (wielce osobliwy lodoląd), a jej albedo — czyli zdolność odbijania promieni słonecz-

nych — sięga aż 90 %. Półkula południowa o różowej barwie jest pokryta zamrożoną mieszanką azotu i metanu z dodatkami składników związków organicznych, lecz abiotycznego pochodzenia. W okolicy równika występuje ciemne pasmo, a cała powierzchnia jest z rzadka pokryta kraterami, a ponadto przedziwnymi i niezbyt głębokimi bruzdami tworzącymi niemal regularne wiełoboki. (Czyżby to miały być swoiste krytektoniczne?). Występują też na tej powierzchni ciemne plamy w białych otoczakach: najmniejsza z nich ma średnicę ponad 150 km, a blisko jej centrum widnieje względnie młody krater. Kratery nie są duże i największy z poznanych ma średnicę tylko 27 km.

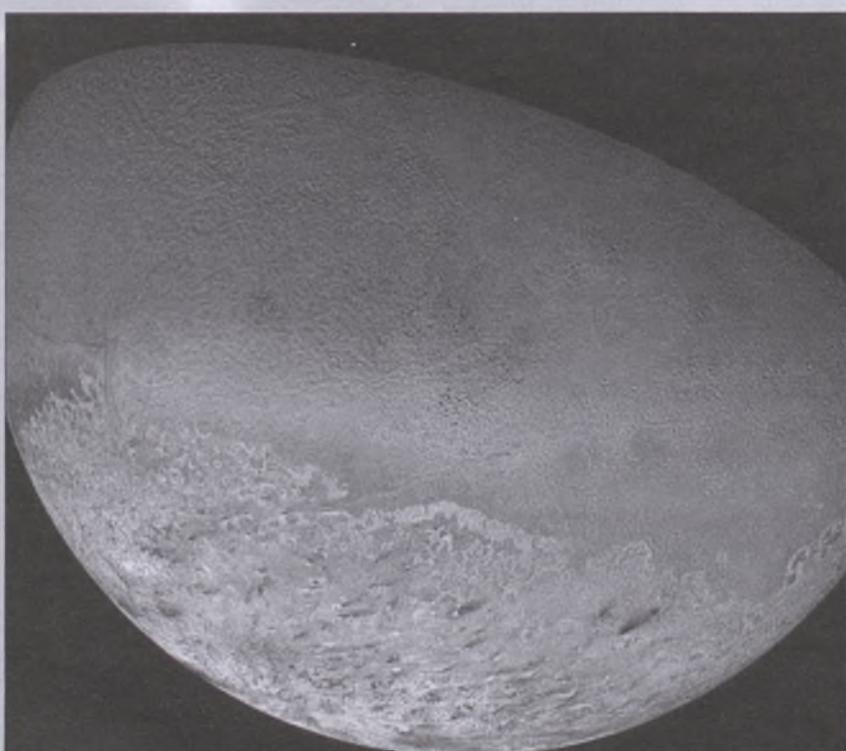
Voyager 2 potwierdził także istnienie wokół Trytona otoczki gazowej odkrytej już wcześniej dzięki licznym obserwacjom naziemnym. Tę rozrzedzoną atmosferę, mającą mniej więcej 800 km wysokości, stanowi przede wszystkim azot z domieszką metanu, a jej ciśnienie może osiągać na powierzchni tego księżyca zaledwie 0,016 hPa. Pomimo to w atmosferze tej występują mgły z bardzo drobnych kropelek gazu lub molekułów związków organicznych; unoszą się w niej także cienkie obłoki.

Zadziwiająca okazała się temperatura na powierzchni Trytona, tylko 38 K (-235°C), co stawia ten księżyc w rzędzie najchłodniejszych obiektów

Układu Słonecznego. Jednakże Tryton okazał się nie zamarłym, lecz nadal aktywnym światem, przynajmniej w warstwach przypowierzchniowych. Występują na nim specyficzne wylewy w postaci ciemnych smug wyraźnie widocznych na białym tle czap polarnych. Smugi te są podobne do utworów, jakich wiele znajduje się na powierzchni Marsa. Lecz atmosfera Trytona jest zbyt rozrzedzona, aby mogły się w niej unosić nawet bardzo drobne cząstki pyłu i powstanie takich smug na księżyco Neptuna jest najprawdopodobniej spowodowane erupcją gazu, kryształków zamarzniętego azotu i materii organicznej wyrzuconej ze swoistych „wulkanów” z prędkością 100 m/s na wysokość 8 km, a niekiedy nawet do 40 km. W szczególności erupcja gazowego azotu może — zanim on zamarznie (resublimuje) — unieść cząstki pyłu oraz metanopochodną materię organiczną na znaczną odległość: aż do 75 km.

Również wygląd Trytona sugeruje, że jest on nadal aktywnym obiektem pomimo panującej tam niskiej temperatury. Średnia gęstość tego zadziwiającego satelity wynosi 2080 kg/m^3 , ale jego powierzchnia jest względnie młoda i wytworzona zapewne przez mieszanie się półpłynnej materii i ruch lodowych połaci. Z tego powodu właściwie niewiele jest widocznych na niej kraterów uderzeniowych. Po prostu starsze zostały zatarte przez wylewy ciekłej materii z wnętrza księżyca (czy też raczej z podpowierzchniowych zbiorników cieczy) oraz wygładzone pełzaniem fragmentów powierzchni, zaś energii dostarczają najprawdopodobniej siły pływowe.

Zwróciśmy teraz uwagę na 6 nowo odkrytych księżyców Neptuna. Otóż okazało się, że tylko największy i zewnętrzny w tej grupie satelita Prometheus ma okres obiegu dłuższy od okresu rotacji samego Neptuna. Pięć pozostałych księżyców ma okresy obiegu krótsze od okresu obrotu planety (jej doby gwiazdowej), w związku z czym wschodzą one na niebie Neptuna na... zachodzie, zaś zachodzą — na wschód (podobnie jak księżyc Marsa — Phobos). Jest to również osobliwością układu Neptuna, iż tak wiele satelitów odznacza się okresem obiegu krótszym od okresu rotacji samej planety. Co prawda podobną osobliwość wykazują również nowo odkryte księżyce Urana, a już znamienne jest to, że i one biegą niejako wśród



Południowy biegun Trytona na obrazie dostarczonym przez sondę Voyager 2

pierścieni, jak owe pięć księżyców Neputuna. Zarówno jedne, jak i drugie są właściwie minisatelitami, nie zaś prawdziwymi księżycami. Ponieważ krążą one wewnątrz granicy Roche'a, to pochodzą, być może, z rozpadu jednego większego ciała, jakby protosatelity.

Pierścienie Neputuna są równie oso-bliwe. Otrzymały one nazwy: *Galle*, *Le Verrier*, *Lassell/Arago*, *Adams* — czyli odkrywców tej planety. Z kolei dwa z nich są bardzo wąskie, lecz wyraźne, a stanowią je drobne cząstki pyłu. Zewnętrzny pierścień składa się z trzech jakby oddzielnych jasnych łuków o długości mniej więcej 40° , a w nich występują jeszcze kilkustopniowych rozma-rów zagęszczenia materii. W jednym zagęszczeniu mogą nawet występować bryły lodowe o rozmiarach... 10-20 km. Być może to ten pierścień, mając nieco inną konfigurację, był właśnie widoczny w roku 1846/47? Oprócz tych jasnych pierścieni zidentyfikowano szerokie, chociaż słabe pasmo składające się z jeszcze drobniejszych pyłów. W grun-cie rzeczy pasmo to tworzą przynajmniej 2 słabe pierścienie gazowo-pyłowe. Natomiast wewnętrzny pierścień jest rozmyty i niewykluczone, iż „dotyka” on górnych warstw atmosfery Neputuna.

Nie dość na tym. W roku 2002 J. J. Kavellarowi udało się odkryć jeszcze 3 księżyce, położone na dalekich pery-feriach układu Neputuna. Minisatela-ta 2002 N1 obiega planetę ruchem wstecznym, tak samo jak Tryton. Natomiast 2002 N2 obiega tę planetę ruchem prostym (jak większość księżyców w tym układzie). Podobnie zachowuje się na-stępny satelita 2002 N3. Natomiast naj-dalszy z ostatnio poznanych, 2003 N1, odkryty przez D. C. Jewitta, biegnie wokół planety ruchem wstecznym, podobnie jak Tryton, a także 2002 N1. Te 4 nowo odkryte minisatelity tworzą pe-ryferyjną grupę i wydaje się, iż są to przechwycone planetoidy z Pasa Kuipera znajdującego się na kresach Układu Słonecznego, a odkrytego ponad 10 lat temu.

Choć dla ewentualnego obserwa-tora na Neptunie Tryton wschodzi na wschódzie (a zachodzi na zachodzie), to jednak na tle gwiazd przemieszcza się nie „wstecz” (z zachodu na wschód), jak nasz Księżyc, lecz „wprost”, ponieważ jego ruch orbitalny jest wstecznny. Tak to właśnie dziwnie się dzieje w tym ukła-dzie.

Tabela 2.
Porównanie charakterystyk Tytana, Trytona i Plutona

Parametry	Tytan	Tryton	Pluton
Wielka półos orbity [j. a.]	9,56*	30,06**	39,44
Średnica równikowa [km]	5150	2707	2302
Średnia gęstość [kg/m ³]	1881	2080	2000
Albedo	0,2	0,9	0,62
Temperatura na powierzchni [K]	94	38	35-55
Ciśnienie atmosfery [hPa]	1500	$14 \cdot 10^{-9}$	$3 \cdot 10^{-8}?$
Składniki atmosfery	90% N ₂ , 9% Ar,	99% N ₂	99% N ₂
	1% CH ₄ + domieszki	+domieszki	+ domieszki

* Jest to właściwie wielka półos orbity Saturna, wokół którego krąży Tytan.

** Jest to wielka półos Neputuna, wokół którego krąży Tryton; domieszki w atmosfe-re: Tytan — H₂, C₂H₆, C₂H₄, HCN; Tryton — CH₄, H₂, CO?; Pluton — CH₄, CO?

Natomiast znacznie ciekawiej wy-głada niebo z powierzchni samego Trytona, na której w trzecim tysiącleciu wylądują, być może, astronauci. Przy-najmniej taką można żywić nadzieję, ponieważ ciekawość człowieka nie zna granic. Zobaczą tedy dużą tarczę Neputuna o średnicy kątowej ponad 8° i świe-iącego mniej więcej tak samo jasno, jak nasz Księżyca w pełni. Słońce natomiast jest już tylko niezwykle jaskrawym punktem o jasności obserwowanej $-19,3$ wielkości gwiazdowej. Mała Nereida widnieje jako słaba gwiazdka; tylko w peryneptunium swojej orbity, porus-szącą się szybko na sferze niebieskiej, osiągne dla obserwatora astronauty na Trytonie jasność około 2^m , czyli taką, jaką ma nasza Gwiazda Polarna. Znaj-dując się w aponeptunium, Nereida nie będzie praktycznie widoczna nieuzbro-jonym okiem, świeci bowiem wtedy (w pełni) jako gwiazdka szóstej wielko-ści. Z powierzchni Trytona będą też wi-doczne dolne względem jego orbity mi-nisateli. Największy i najbliższy Protheus może podczas pełni osiągnąć rozmiary niemal 6 minut łuku i świecić tak jasno jak Syriusz.

Za to z powierzchni Nereidy układ Neptun-Tryton będzie widoczny nie ty-lko w różnych fazach, konfiguracjach i o różnej jasności, lecz ponadto jako obiekty o zmieniających się rozmiarach kątowych i odległości kątowej między nimi. Będąc najdalej Neputuna, można zobaczyć tę planetę jako tarczę o średnicy 17,5 minut łuku i jasności około $-5,5$ wielkości gwiazdowej w pełni, Try-tona — o średnicy $1'$ (czyli jako obiekt punktowy), mogącego osiągnąć w pełni zerową wielkość gwiazdową (a więc jasność i barwę Arktura), przy czym

maksymalna odległość między planetą a jej największym księżycem może wy-nosić wtedy 2° . Z najbliższego od ma-cierzystej planety punktu orbity Nerei-dy Neptun jest widoczny jako pokaźna tarcza około dwustopniowej średnicy i jasności prawie -10^m (w pełni), natomiast Tryton jako tarczka o rozmiarach kątowych 7 minut łuku, zaś największa odległość kątowa między tymi ciałami będzie wynosiła ponad 14° . Podczas ta-kiej pełni Tryton będzie miał jasność jak Wenus (lecz barwę Marsa) na naszym niebie.

Jednak najwspanialej Tryton będzie widział z powierzchni Protheusa (naj-większego z nowo odkrytych satelitów) jako duża, barwna tarcza osiągająca maksymalne rozmiary kątowe $40'$ i jas-ność -8^m w pełni.

Natomiast zamieszczona na zakoń-czenie tabela 2 zawiera wybrane para-metry geometryczne oraz fizyczne dla Tytana, Trytona i Plutona. Ilustruje po-dobieństwa i różnice tych najbardziej może osobliwych ciał na peryferiach Układu Słonecznego: Tytan — ze względu na rozmiary oraz rozległą i gęstą atmosferę; Tryton — ze względu na specyficzne warunki środowisko-we pomimo niskiej temperatury jego powierzchni; Pluton — jako „zdegra-dowana” planeta, czyli największy obiekt Pasa Kuipera.

Prof. Z.T. Dworak jest astrono-mem, profesorem nadzwyczajnym w Zakładzie Kształtowania i Ochrony Środowiska Wydziału Geodezji Górnictwa i Inżynierii Środowiska Akademii Górnictwo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie

Jak Rzymianin wyobrażał sobie Wszechświat*

O Śnie Scypiona

W starożytności i średniowieczu popularny obraz świata był kształtuowany przez mieszaninę mitologii z potocznymi obserwacjami. Elementy ówczesnych nauk w stosunkowo nieznacznym stopniu ingerowały w jego konstrukcję.

Na tle różnych poglądów starożytnych pojawiło się dzieło Cicerona (106–43 r. p.n.e.) *Sen Scypiona (Somnium Scypionis)* napisany około 50 r. p.n.e.), będące ostatnią księgią nie zachowanej w całości rozprawy *De republica*. Oprócz treści filozoficznych utwór ten zawiera opis Wszechświata oglądanego z przestrzeni pozaziemskiej. Ciceron nie był uczonym zajmującym się tą dziedziną wiedzy, więc korzystał z dzieł innych, wcześniej żyjących, znakomitych uczonych.

Przedstawia on wizję Wszechświata opartą o antyczną zasadę kosmologiczną mówiącą, że Ziemia jest naturalnym środkiem wszystkiego. Starożytni wyobrażali sobie, że Wszechświat jest zamknięty w kryształowej sferze, na której tkwią gwiazdy nieruchomo przymocowane. W środku niej umieszczali Ziemię. Pojęcie sfery gwiazd wzięło się ze spójnego ruchu dziennego sklepienia niebieskiego.¹ Ciceron pisze: ... ludzie zostali stworzeni na mocy tego prawa,

że mają stać na straży owej kuli, którą dostrzegasz w środku tego przybytku niebieskiego, a która nazywa się Ziemią ...². Przyjmuje się więc tu sferyczną budowę Wszechświata i ogólną ideę jego sferycznej symetrii, a to z kolei, jak sądzi wielu historyków, było następstwem przyjętej już wtedy hipotezy kulistości Ziemi. Ta hipoteza została spopularyzowana przez Eudoksosa z Knidos (408–355 p.n.e.), choć uważa się, że pierwszym twórcą tej teorii był już Pitagoras (ok. 572–497 p.n.e.). W każdym razie ważnym argumentem na to, że Wszechświat to układ sfer, jest kulistość Ziemi.

Ważnym również argumentem za teorią geocentryczną, wedle której Ziemia znajduje się w środku Wszechświata, było zjawisko ciężkości. Starożytni, nie znając prawa powszechnego ciążenia, nie domyślali się, że ciążenie pochodzi z obecności masy ziemskiej. Zamiast tego wyobrażali sobie, że względem na symetrię, że ciała ciężkie zdają się ku środkowi Wszechświata, a lekkie oddalają się od niego. Kamień wyrzucony w górę spada nie dlatego, że przyciąga go Ziemia, ale dlatego, że przyciąga go, jako taki, środek Wszechświata, w którym znajduje się Ziemia. Poza tym uważano Ziemię za ciało ciężkie, a Słońce i gwiazdy za lekkie, dlatego wydawało się konieczne, aby nie inne ciało, lecz Ziemia była środkiem Wszechświata.

Z powyższego wynika, że ludzie budowali wyobrażenia o Wszechświe-



Helios na swym słonecznym rydwanie

* Prof. K. Rudnickiemu składam serdeczne podziękowania za cenne uwagi.

¹ Należy jednak wspomnieć, że nie wszyscy uważali sferę gwiazd za coś istotnego. Poseidonios chyba nie wyobrażał sobie kryształowej sfery, gdyż twierdził, że gwiazdy są większe od Ziemi, a niektóre nawet większe od Słońca.

² Wszystkie nie opisane fragmenty utworu pochodzą ze *Snu Scypiona* Cicerona w przekładzie I. Wieniewskiego.

cie albo poprzez wsłuchanie się w swoje pragnienia i dopiero potem wyobrażali sobie obraz Wszechświata, albo usiłowali odkryć możliwie najprawdziwszy obraz Wszechświata, ale ten obraz modyfikowali według swoich upodobań. Wyobrażenia Wszechświata bazowały na przekonaniu, że jest on piękny i doskonały. Dlatego szukano prawdy niesprzecznej z pragnieniami piękna. Istniały dwa kryteria, na których opierały się wizje Wszechświata. Pierwsze to zgodność modelu z obserwacjami ruchów ciał niebieskich. Uwzględniając to kryterium, można było zbudować model mechaniczny.

Druga rzecz to „ogólna wiara” nie mająca nic wspólnego z pomiarami, ale z naturą Boga lub przyjmowanych za zasadę bytu, prawdy, piękna albo perfekcji. Za najpiękniejsze i najbardziej perfekcyjne uznawano jednostajne ruchy kołowe. Cały Wszechświat jest oparty o najwyższą zasadę bytu, czyli jest idealny przez jej idealność, a ponieważ koło i sfera posiadają perfekcyjny kształt, to tylko one mogą istotnie tłumaczyć jego budowę. Twierdzono, że Ziemia jest centrum wszystkiego, i że sfera gwiazd stałych kręci się dookoła niej ruchem jednostajnym. Chociaż podobne wnioski można wysunąć z obserwacji, to były one także rezultatem „ogólnej wiary”.

Oto fragment *Snu Scypiona*, który zajmuje główne miejsce w dziele, jeśli idzie o sprawy astronomiczne. ... Oto cały Wszechświat jest połączением dziewięciu kręgów lub raczej kul:

jeden z nich, zewnętrzny, jest kręgiem nieba, który ogarnia sobą wszystkie pozostałe; jest to sam najwyższy Bóg, mieszczący w swym kręgu wszystkie inne kręgi, w nim bowiem tkwią i toczą się krążące wieczyste planety. Jest ich siedem, a obracając się w kierunku odwrotnym do obrotu nieba. Jeden z nich jest kręgiem gwiazdy, zwanej na Ziemi Saturnem. Potem idzie gwiazda pomyślana i zbawienna dla rodzaju ludzkiego, którą zowią Jowiszem. Następnie Mars, krwawy i straszny dla Ziemi. Dalej poniżej środkowe mniejsze miejsce zajmuje Słońce, wódz, książę i kierownik pozostałych ciał niebieskich, mózg świata i jego czynnik regulujący, gwiazda tak ogromna, że cały Wszechświat oświetla i wypełnia swym blaskiem. Za Słońcem postępują, jako jego towarzyszki, dwie planety, Wenus i Merkury; w najniższym zaś kręgu obraca się Księżyc, oświetlony promieniami Słońca. ... Co się tyczy planety dziewiątej, która zajmuje środek Wszechświata, to jest Ziemia, ta nie porusza się, leży najniżej i na nią spadają wszystkie ciała skutkiem swego ciężaru...

Terminem „gwiazda” Cyceron obejmuje wszystkie ciała niebieskie, również planety, do których zalicza Słońce i Księżyca. Centralna i kulista Ziemia jest otoczona serią pustych i przezroczystych kul, obejmujących jedną drugą, z których — oczywiście — każda kolejna jest większa od tej, która znajduje się bliżej Ziemi. W każdej z pierwszych siedmiu sfer tkwi jedno świecące ciało. Zaczynając od Ziemii

mi, porządek ich jest następujący: Księżyca, Merkury, Wenus, Słońca, Mars, Jowisza i Saturna to „siedem planet”. Poza sferą Saturna jest „niebo gwiaździste”, do którego należą wszystkie gwiazdy, które nazywamy stałymi, ponieważ ich położenia względem siebie są — w przeciwnieństwie do planet — niezmienne. Co jest poza sferą gwiazd stałych? Odpowiedź można znaleźć u Arystotelesa: *Na zewnątrz nie ma ani miejsca, ani pustki, ani czasu. Dlatego cokolwiek tam jest, jest takiego rodzaju, że ani nie zajmuje przestrzeni, ani nie podlega czasowi*³. Zatem starożytny Wszechświat jest skończony, ma kształt i jest on doskonale kolisty, zawierający w sobie uporządkowaną rozmaitość. Z powyższego wynika, że Wszechświat jest przytaczający swoją wielkością, ale urzekający harmonią.

Tak więc Cyceron wyróżnia wiele sfer, zaś za najdoskonalszą uważa tę położoną najdalej od Ziemi. Cechują ją najdoskonalsze i najszybsze ruchy. To znaczy, że Stwórca, jako Istota Doskonała, mieszka na tej sferze, przy czym może On schodzić aż do Ziemi. A Wszechświat posiada kształt sferyczny, ponieważ sfera jest najdoskonalszym kształtem. Dlaczego? Ponieważ jeżeli ta figurą dokona się obrotu wokół jej środka, to zawsze będzie ona zajmować tę samą przestrzeń.

We *Snie Scypiona*, jak wspomniałam powyżej, mamy wyraźną konstrukcję Wszechświata ze sfer, którą spopularyzował Cyceron za Anaksymandrem i Eudoksosem. Natomiast nie ma żadnej wzmianki przedstawiającej orbity planet przez okręgi, co może wydawać się dziwne, ponieważ i te teorie powinny być znane Cyceronowi.

Jeśli chodzi o Księżyca, Cyceron uważa go, zgodnie z powszechnie przyjętymi wówczas poglądami, za granicę między rzecznymi wieczystymi a znikomymi. Zapewnia także o wpływie planet na nasze losy — choć dość mgliście i niekompletnie. Planety nazywano boskimi imionami, i tak: Saturn wywołuje katastroficzne wydarzenia; Jowisz to gwiazda pomyślana i zbawienna dla rodzaju ludzkiego; Mars jest złą planetą — powoduje wojny; Słońce i Wenus powodują



Forum Romanum w Rzymie. Świątynia Kastora widziana z domu westalek. Fot. Leo C. Curran

³ Arystoteles *O niebie*.

szczęśliwe wydarzenia; podobnie Merkury, patron zysku, nie wywołuje u Cicerona głębszych refleksji; Księżyca zaś, jak wspomniałem powyżej, określa granicę pomiędzy eterem i powietrzem, między tym, co niezniszczalne a tym, co ulega zepsuciu (według astrologów współczesnych Ciceronowi u ludzi wywołuje wędrowanie).

Muzyka sfer

Ciceron opisuje też harmonię sfer opartą na proporcjach, którym są posłuszne ruchy ciał niebieskich. ... *Dźwięki te opierają się na kombinacji interwałów nierównych, lecz odznaczających się porządkiem muzycznym według ustalonych proporcji. Wytwarzają zaś tę muzykę ruch obrotowy samych sfer gwiazdnych, przy czym z kojarzenia dźwięków wysokich z niskimi rodzi się harmonijna, choć urozmaicona, ich symfonia. Bo przecież tak potężne ruchy nie mogą się odbywać w ciszy, zgodnie zaś z prawem przyrody sfery skrajne rozbrzmiewają po jednej stronie tonami wysokimi, po drugiej zaś niskimi. Mianowicie owa sfera najwyższa, sfera nieba, której obrót jest najszybszy, porusza się z dźwiękiem wysokim i gwałtownym, natomiast sfera księżycka, która jest najniższa, rozbrzmiewa także najniższym tonem. Bo co się tyczy kuli dziesiątej tj. Ziemi, trwa ona w miejscu, w bezruchu, zajmując środek Wszechświata...*

Ich ruch jest poddany pewnym prawom estetycznym. Przede wszystkim to harmonia, która jest stanem, jakiego poszukiwali wtedy naukowcy w naturze. Arystoteles wierzył, że sfery to coś materialnego, choć zbudowane z innej materii fizycznej. Prowadzi to do tego, że każda sfera poruszająca się harmonijnie wytwarza „muzykę sfer”, słyszaną tylko przez samego Stwórcę i istoty wyższe. Oto jak Ciceron tłumaczy, że ludzie nie mogą słyszeć tej muzyki: ... *Napełnione harmonią uszy ludzkie oglątły na nią. Dlatego nie ma u was, ludzi, zmysłu bardziej przytępionego niż słuch. Podobne zjawisko występuje tam, gdzie Nil spada z niebotycznych gór w tak zwane kataktry: ludzie, zamieszkający owe okolice, zatraciли wskutek siły huku zmysł słuchu⁴.*

Zatem ta ogromna i skończona prze-

strzeń nie jest milcząca. Gdyby nasze uszy były otwarte, usłyszeliśmy jej dźwięk. Milczenie, które przerasta, jest tylko złudzeniem. Musimy wyobrazić sobie, że patrzymy w górę na świat rozświetlony i rozgrzany Słońcem oraz rozbrzmiewający muzyką.

Patagorejczycy rozwinięli pogląd, że wszystkie ciała niebieskie są kuliste i obdarzone ruchem wirowym. Oni też rozwinięli teorię harmonii sfer, według której odległość Księżyca, Słońca i planet pozostają do siebie w harmonijnych stosunkach, odpowiadająccych stosunkom długości strun, drgających w kolejnych dźwiękach gamy. Obracając się naokoło Ziemi, sfery te tworzą cudowną muzykę, dostępną jednak tylko dla uszu bogów.

... *Owych zaś osiem sfer, z których dwie⁵ mają tę samą siłę ruchu, tworzą siedem tonów, różniących się między sobą zależnie od wzajemnej odległości sfer. Mamy tutaj zasadę harmonii opartą o siedem dźwięków gamy. Wenus i Merkuremu nadano ten sam ton. Jest to osobliwe, że zamiast, korzystając z przyjęcia ośmiu sfer, wykorzystać — znane przecież wówczas — pojęcie oktawy i przypisanie tego interwału odstępowi pomiędzy sferą najniższą i najwyższą, Ciceron nadaje jeden i ten sam ton brzmieniu Wenus i Merkuremu, aby każdy ton harmonii sfer występował tylko pojedynczo. Być może Ciceron zredukował osiem dźwięków do siedmiu, ponieważ uważa tę cyfrę za doskonalszą, ... cyfra siedem jest zwornikiem wszechrzeczy.*

Odległości

Scypon Starszy unosi Młodszego na wysokość, z której ten spogląda na Kartagine z wysokością usianego gwiazdami, jaśniejącego blaskiem pogodnego sklepienia niebios. A więc znajdują się w najwyższej sferze niebieskiej. Scypon zauważał, że gwiazdy są globami, które znacznie przewyższają Ziemię wielkością. Ziemia teraz wydawała się tak stosunkowo mała, że małości Imperium Rzymskiego, które było zaledwie trochę większe od punkcika na maleńkiej powierzchni, wzbudziło w nim zadziwienie. Ciceron wykazuje, jak lokalna jest cała ziemska}sława, skoro ten glob według miary kosmicznej — należy to przyznać — musi być

uważany za niewielki okruszek. Ten urywek tekstu pozostawał stale w pamięci późniejszych pisarzy. Znikomość w wymiarach kosmicznych stała się pospolita tak dla średniowiecznego, jak i dla nowoczesnego myśliciela; była częścią narzędzi moralistów używaną, tak jak jej używa Ciceron, aby upokorzyć ludzką ambicję. Dziś zresztą idziemy dalej i uważamy, że cała Ziemia, obserwowana z Saturna byłaby ledwo widoczna, mówić zaś o widzeniu jakichkolwiek zarysów na jej powierzchni — jest śmieszne.

Tak więc:

1. Według Cicerona, Ziemia to ... owa kula, ... w środku tego przybytku niebieskiego ..., czyli zajmuje środek Wszechświata. Jest to treść antycznej zasady kosmologicznej. Ciceron, budując obraz Wszechświata, wykorzystuje tę zasadę. We wszystkich modelach opartych na przyjmowanej wówczas antycznej zasadzie kosmologicznej, najdalejsze regiony Wszechświata są uważane za niedostępne dla obserwacji. Jedyną ich właściwością wynikającą wprost z kosmologicznej zasady, jest istnienie pewnej symetrii względem Ziemi⁶.

Antyczna zasada kosmologiczna produkowała geocentryczne modele Wszechświata. Można by wprowadzić zarzut takim modelom, że fałszywie umieszczały Ziemię zamiast Słońca w środku układu planetarnego. W świetle dzisiejszej fizyki nie ma w tym żadnego błędu. Natura nie wyróżnia żadnego punktu we Wszechświecie. Nie ma w nim żadnych układów uprzywilejowanych. Jeżeli zatem wybór układu pozostaje w zakresie wolnej woli człowieka, naturalne się wydaje, iż wybiera układ związanego z jego planetą. Wolno nam zatem uczynić Ziemię po częścią układu współrzędnych, tworząc geocentryczną dynamikę ruchów. Nie byłoby to błędne, jednak mielibyśmy dużo więcej kłopotów i trudności matematycznych. Umieszczenie Słońca w środku Wszechświata pozwala nam zrozumieć wiele rzeczy niezrozumiałych i nie znanych dawniej oraz ogromnie uprościć mechanikę świata.

2. Ciceron pisze: ... *kule zaś gwiazd wielkością swoją przewyższały łatwo Ziemię. Już ona sama wydała się tak mała, że żal mi się zrobiło na-*

⁴ Ówczesne poglądy na górnego bieg Nilu były bajeczne.

⁵ Wenus i Merkury.

⁶ K. Rudnicki *Zasady kosmologiczne*.

szego Imperium, które zajmuje niewiele jeden jej punkt. Już wtedy zdawało sobie sprawę z małości Ziemi względem cała niebieskich i całego Wszechświata. Jest to także współczesne przekonanie.

3. ... Słońce ... cały Wszechświat oświetla i wypełnia swym blaskiem W najniższym zaś kręgu obraca się Księżyca, oświetlony promieniami Słońca. Jeśli wyraz „Wszechświat” zastąpić terminem „Układ Słoneczny”, będzie to kolejna wypowiedź Cicerona zgodna z poglądami współczesnymi. Księżyca nie posiada swojego centrum aktywności, nie zachodzą w nim reakcje jądrowe jak w gwiazdach, przez co nie świeci swoim światłem, tylko odafia światło słoneczne. Ciceron wyróżnia Księżyca spośród pozostałych ciał niebieskich, podkreśla jego wyjątkowość poprzez dodatkowe jego opisanie. Być może to wyróżnienie jest związane z dobrą widocznością Księżyca na niebie.

4. ... Oto cały Wszechświat jest połączeniem dziewięciu kręgów lub raczej kul Kepler, nie mogąc przedstawić orbit planet za pomocą okręgów, odrzucił tę teorię i uogólnił ruch planet do trzech praw, tzw. trzy prawa Keplera. Największe odstępstwo od kształtu kolistego wykazują orbity Merkurego i Plutona, najmniejsze — orbita planety Wenus.

5. ... sam wieczysty Bóg porusza światem We Śnie Scypiona ruch wszystkich sfer wyjaśniony jest jako pochodzący od Najwyższej Istoty. Ruch jest przedstawiony zgodnie z (niezbyt dokładnymi) obserwacjami i z ogólnie przyjętą wiarą, nie z prawami przyrody. Jednak tę teorię ruchów można usprawiedliwić, ponieważ w czasach starożytnych nie znano ani praw ciążenia, ani wzajemnych oddziaływań związanych z masami ciał. Z drugiej strony jest to tzw. zapychanie Bogiem dziur wiedzy. Czego nie można było wyjaśnić naukowo, tłumaczono siłami pochodząymi od Najwyższej Istoty Bytu. Obecnie wiemy, że wielkoskalową strukturę Wszechświata kontroluje oddziaływanie grawitacyjne. Ono nadaje kształty i określa dynamicę galaktyk i ich ugrupowań, jest odpowiedzialne za globalną ewolucję Kosmosu. Ogólna teoria względności — Eisteinowska teoria grawitacji — określa geometryczny kształt czaso-

przestrzeni wokół Słońca z większą precyzją, niż była to w stanie uczynić Newtonowska teoria ciążenia.

6. Ziemia to kula ... w środku przybytku niebieskiego. Dziś wiemy, że każda planeta obraca się wokół własnej osi. Na skutek działających sił na bieguny i równik planety nie posiadają idealnie kulistego kształtu.

7. Gwiazdy to ... wieczyste ognie. Rozważmy osobno wyrazy wieczyste i ognie. Ciceron uważa, zgodnie z ówczesnym stanem wiedzy, że ciała nie-

bieskie są niezmienne, nie rodziły się i nie umierały. Dopiero pojawienie się gwiazd nowych zburzyło wyobrażenia o trwałości i niezmienności nieba gwiaździstego.

Przestrzeń nie jest niezmienna, tzn. obserwuje się narodziny i ewolucje ciał niebieskich, jak i pojawianie się obiektów, np. komety. Dlatego początek Wszechświata w czasie jest we współczesnym światopoglądzie czymś naturalnym, w przeciwieństwie do przyjmowania w średniowieczu tego początku w sposób sztuczny, wzięty z przyjętej religii chrześcijańskiej.

Nazwanie gwiazd ogniami trzeba uznać za zgodne z poglądami współczesnymi, jeżeli wziąć pod uwagę, że starożytny system czterech żywiołów (przejęty później przez średniowiecze), mianowicie: ziemi, wody, powietrza i ognia, odpowiada dzisiejszej klasyfikacji stanów skupienia: ciałom stałym, ciekłym, gazowym i plazmie. W pewnym sensie jest to pogląd bardziej zgodny ze współczesnym niż opisy z wieku XIX i nawet początku XX, gdy gwiazdy opisywane są jako ciała gazowe, przypisując im własności gazów doskonałych, nic nie wiedząc jeszcze o plazmie jako osobnym stanie skupienia.

8. ... ludzie — zgodnie z utartym przekonaniem obliczają długość roku na podstawie obrotu Słońca, to jest tylko jednej gwiazdy. Tymczasem w rze-



Rysunek układu planetarnego sporządzony zgodnie z poglądami Arystotelesa i Ptolemeusza. Ziemia znajduje się w środku. Wokół niej widać sfery, czyli orbity znanych w starożytności siedmiu ciał niebieskich, oznaczonych łacińskimi nazwami. Słońce, Solis, znajduje się pomiędzy Wenus a Marsem. Zewnętrzna sfera, poza sferą gwiazd stałych, to Habitaculum Dei, siedziba Boga

czywistości, kiedy wszystkie ciała niebieskie powrócą do tych samych punktów, skąd rozpoczęły swoją wędrówkę, i kiedy w długich odstępach czasu ukończą tę samą drogę po niebie, wówczas dopiero taki rok można naprawdę pełnym rokiem. ... I wierzę także, że ani dwudziesta część tego roku jeszcze dotychczas nie upłynęła. Ciceron wyznał zasadę, że pełny „rok” minie dopiero, gdy Słońce i wszystkie planety powrócą do tego samego względem siebie położenia. Uznaje więc współmierność ruchów. Obecnie długość roku mierzy się według ruchów Słońca. W Układzie Słonecznym rzadko mamy do czynienia ze współmiernością. Okresy współmierne są wyjątkami. Istnieją wprawdzie liczne przybliżone współmierności, jak np. 2:5 pomiędzy okresami obiegu Jowisza i Saturna.

Mogłoby się wydawać, że czasy Cicerona są tak odległe, że wyobrażenia o budowie Wszechświata musiały być wtedy zupełnie prymitywne. Widzimy jednak, że niektóre jego poglądy — przy odpowiedniej interpretacji — nie są tak dalekie od współczesnych.

Maria Rumiszewicz jest absolwentką astronomii Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie. Artykuł powstał na podstawie jej pracy magisterskiej

Jak w Polsce obserwowano przejście Wenus przez Słońce

„Złączenie iednak Słońca z Wenusem, czyli transitus per discum Solis przypadające dnia 6. Czerwca, g 2. m. 25 po połnocy zaczynające się, którego czasu Wenus pod samo corpus Słońca podeydzie, y nie wynidzie aż w godzin 6. to iest g 9. m. 31. rano, lubo nic złego Świata nie ominuie, godne iednak uwagi y obserwacy samym tylko Astronomom: ile rzadko bo dopiero pierwszy raz od stworzenia Świata, w Roku 1639. postrzeżone, w tym zaś Roku 1761 powtore przypadające”

Autor cytowanego kalendarza z 1761 r., Jakub Franciszek Niegowiecki, profesor Collegium Maius w Krakowie, sam zapowiadane zjawisko obserwował i opublikował obszerniejszą relację z obserwacji po łacinie i mniej obszerną w języku ojczystym.

Na tą i inne ciekawostki związane z przejściem Wenus przed tarczą słoneczną w 1761 r. natrafiłam, szukając materiałów do artykułu, który jest przygotowywany w ramach programu współpracy między muzeami upamiętniającymi sławnych uczonych: Kopernika, Brahe, Galileusza, Keplera i Newtona, którzy przyczynili się do uformowania obecnego poglądu na budowę Układu Słonecznego.

Ponieważ różne dyskusje dotyczące przejścia Wenus przed Słońcem miały w tym czasie miejsce, także i Niegowiecki kilka słów wyjaśnienia w swojej rozprawie umieścił: *Wiedzieć trzeba, że o takich złączeniach bliskich z Słońcem, zawsze od stworzenia Świata dobrze wiedzieli Astronomowie, a lubo niektórzy powątpiewali, że nie można, aby Wenus pod Słońce kiedy podejść mogła, inni iednak choć nie przez doświadczenie, lecz przez uważenie rozumem, twierdzili, że bydż może aby ten planeta tak pod słoneczny okrąg mógł podejść, żeby się zdawał jak makula mała.*

Y o tym także wątpić nie potrzeba, żeby takowe złączenie miało bydż pierwsze lub drugie od stworzenia Świata. Bo pewna rzecz, że bywały, ale czasu kategoboy były, dawnych wieków

Astronomowie nie naznaczaią, stąd że ich nie obserwowali, że zaś takie złączenia nie obserwowali, sprawiły niedostatek szkieł optycznych i perspektyw astronomicznych do takiego widzenia potrzebnych, które dopiero wieku przeszłego Galileusz wynalazł y odtąd Astronomia wyżej okiem wygorowana, Niebieskie obroty śmieley lustrue.

Przejścia Wenus przed Słońcem zdarzają się bardzo rzadko, ale z zadziwiającą regularnością. Występują parami na przemian w czerwcu i w grudniu. Po czerwcowej parze zjawisk oddalonych o 8 lat następuje po 105 latach para zjawisk grudniowych także w odstępie 8 lat, po czym trzeba czekać 122 lata na kolejną parę zjawisk czerwcowych.

Kopernik miał teoretycznie szansę na dwa zjawiska czerwcowe, ale w 1518 r. jako administrator dóbr Kapituły miał bardziej przyziemne obowiązki, a w 1526 r. mógł nie mieć dobrych warunków do obserwacji, jeśli w ogóle o zjawisku wiedział. Kepler wyliczył, że dwa zjawiska grudniowe nastąpią w 1631 i 1639 r., ale zmarł rok przed pierwszym z nich, które i tak nie było widoczne w Europie. Drugie przejście z tej pary mógł obserwować Heweliusz, ale chyba mu się to nie udało, gdyż w *Selenografii* zamieszcza obserwacje angielskiego astronoma z 1639 r., o których wspomina na wstępie profesor Niegowiecki tak oto opisującą pierwsze z kolejnej pary zjawisk czerwcowych, a drugie w historii zaobserwowane przez astronomów:

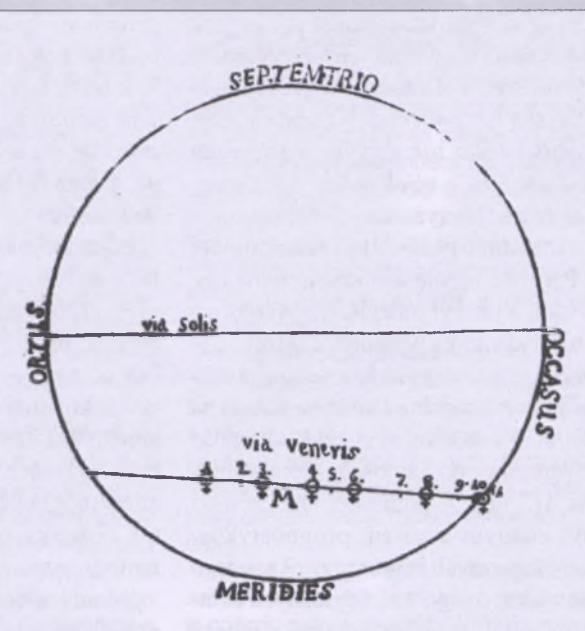
W sobotę dnia 6. Czerwca oczekiwaliśmy wschodzące Słońce, które o godzinie 3. minuty 55. 20" obaczyliśmy, lecz to czerwonawe pod cienką chmurą przez niektóry czas zostawało, y na tablice wraz rzucone bydż nie mogło. Wenus jednak okiem gołym bez wszelkiego szwanku w Słońcu rozdzielić można było, która w Słońcu między wschodem y połnocą zostając, wydała się na ten czas wielkości do orzechu włoskiego małego podługowata. Co się działo dla zstępujących obłoków, lecz po tym Słońce wygorowawszy się bardzo malinko widać było. O godzinie tedy 4. 31'.30". Słońce wcale nad chmurę wyszło, które wraz z Wenusem na tablicę rzucone pod 4. m 55'. 45" wysokości Słońca gr. 7 minut 10 o pierwszym punkcie na tablicy naznaczone jest. Środek złączenia był godz. 6. m. 17. 10" ... a koniec, czyli ostatnie dotykanie się okręgu Słońca zachodniego z okresem wschodnim Wenus godz. 9. min. 52' 15".

Oprócz Niegowieckiego, zainteresowanie obserwacją wykazali jeszcze dwaj uczeni, po których ślad obszerny pozostał w literaturze w postaci kilku druków ulotnych wydanych z tej okazji. Mężowie ci to jezuita Stefan Łuski- na, profesor matematyki w Collegium Warszawskim oraz Stanisław Duń- czewski, profesor Akademii Zamoj- skiej. W związku ze zjawiskiem wdali się oni w dyskusję, która nie tyle pod względem merytorycznym jest interesująca, ponieważ wykazywała raczej niski poziom naukowy, lecz jako przy- kład wymiany poglądów między ów- czesnymi naukowcami, który w pew- nych momentach staje się wręcz zabawny, gdyż szacowni mężczyźni nie oszczędzają sobie złośliwości. Łuski- na tak pisze w odpowiedzi na publika-

czę obserwacji Stanisława Duńczewskiego:

Kilkanaście dni temu, iak rozrzucono po Warszawie drukowaną w Zamościu Obserwacyją przejścia Planety Wenus przez Słońce, którą z wszelką ciekawością czytałem, rozmiewając, że to było dzieło, i praca Przeswietnej Akademii Zamoyskiej, lecz po kilku tylko wierszach przeczytanych, omyłonym się bydź w moim zdaniu postrzegłem tak wiele bowiem, i tak grubym tam błędów

przeciwko Filozofii, i Matematyce znalazłem, iż za pewną, i nieomyloną rzecz postanowić musiałem, że ta obserwacja nie od którego z Profesorów Przeswietnej Akademii Zamoyskiej, lecz od partykularnego iakiegoś, i w naukach wcale nie bieglego człowieka, wydana była. Duńczewski, odpowiadając na krytykę Łuskiny: *Wspomniany skrypt krytykujący obszernie, y Obserwacyj y Osobę Matematyka Zamoyskiego, iawnie wydaie, że ten Censor, co go pisał, musi bydż z liczby żaków, a nie z pośrodku Zgromadzenia Collegium Warszawskiego Societatis Jesu, y nie z liczby uczonych Professorów.* Ponieważ Stanisław Duńczewski, korzystając z przestarzałych tablic, błędnie wyliczył efemerydy, Łuskina, nie szczerdząc złośliwości, tak mu odpowiedział: *Efemerydy przed kilkadziesiąt*



Rycina pochodząca z publikacji Jakuba Niegowieckiego z 1761 r. *Transitus Veneris per discum Solis* znajdującej się w zbiorach Biblioteki XX. Czartoryskich w Krakowie

lat wydane, nie są między nayswieższemi policzone chyba w tey Bibliotece, kтора z kilkunastu zapleśniałych ksiąg i z tyłuż starych szpargałów iest złożona. Duńczewski, relacjonując swoją obserwację, podał wyliczony przez siebie moment rozpoczęcia się zjawiska: *Zaczem pierwszym sposobem rachując tego przejścia początek, dnia 6. Czerwca był pod horyzontem przededeniem Godz. 1. min. 38., bo tego dnia z Centrum Słońca, wschod odprawił się Godz. 3. min. 54.*, na co taką odpowiedź otrzymała: *Obserwował, a tym samym widział, iż przechodził Planeta Wenus pod Słońcem (...)* Tego zaś przejścia początek pod Horyzontem odprawił się o godz. 1. min. 38. przededeniem (...) I.P. Obserwator czynił obserwacyjną przejścia Wenery przez Słońce, więc musiał przy świecy patrzeć na Słońce (...) wschód zaś Słońca był o godz. 3. min. 54, działało się tedy to godzinami 2 i min. 16 przed wschodem Słońca, zaczym I.P. Obserwator Zamoyski obserwował, to iest widział Słońce więcej niż 2. godzinami przed wschodem Słońca. (...) Słońce 2. godzinami i 16. min było pod ziemią, czyli pod Horyzontem (iak Astronomia uczy) calemi gradusami 34, że zaś I.P. Obserwator Zamoyski widział Słońce 2. godz. i 16. min. przed wschodem Słońca, zaczym widział przejście Wenusa nie tylko pod Słońcem ale i pod ziemią, bo gradusami 34. pod Horyzontem zostające. Gdyby cu-

Współpraca między muzeami została nawiązana w ramach programu Unii Europejskiej Kultura 2000 i dzięki jej dofinansowaniu. Każde muzeum realizuje własny projekt narodowy, którego celem jest zachęcenie turystów do odwiedzania placówki i przybliżenie szerszej publiczności postaci patrona oraz pozostałych uczonych. Pozostałe wspólne aktywności to realizacja strony internetowej oraz organizacja objazdowej wystawy, a także utworzenie inwentarza pamiątek po uczonych.

Instytucje współpracujące w ramach wspomnianego programu to:
Muzeum Mikołaja Kopernika we Fromborku — www.frombork.art.pl
Tycho Brahe Museum na wyspie Ven, Szwecja — www.tychobrahe.com
Narodni Technicke Muzeum w Pradze, Czechy — www.ntm.cz
Instituto e Museo di Storia della Scienza we Florencji, Włochy — www.imss.fi.it
Woolsthorpe Manor in Lincolnshire, Anglia — www.nationaltrust.org.uk/main/w

dzoziemskie Akademie wiedziały, że tak dziwne i nie słychane rzeczy miały się widzieć w Zamościu, więcby było Paryskich, Londyńskich i innych Akademików dla tak dziwnego widzenia w Zamościu, a niżeli w Indyach Orientalnych i Syberii.

Łuskina, posiadając wiadomości z Paryża o momencie zakończenia zjawiska, wyliczył odległość z Warszawy do Paryża, która wyniosła 223 mile niemieckie, a następnie, korzystając z czasu podanego przez Duńczewskiego na ten sam moment, wyliczył odległość z Warszawy do Zamościa, która wyniosła 312 mil. A ponieważ Duńczewski był znany autorem prognostyków astrologicznych i także przy okazji tego zjawiska, o jego astrologicznych skutkach pisał, stąd Łuskina taką uwagę uczynił: ... *dalszy tedy ieszt od Warszawy Zamość, a niżeli Paryż milami Niemieckimi 89. Trudno iako widzę wiary nie dawać straszliwym skutkom z Planet pochodzączym kiedy tegoroczne*

przejście Wenery przez Słońce, Zamość od Warszawy na kilkaset mil oddalilo! ... a ieżeli ieszcze raz (co na nieszczęście Zamościa będzie za lat 8) przejdzie Wenera przez Słońce, tedy zapewne Zamość zapędzony będzie na Antypody.

Zamościowi jednak nic się nie stało, a w 1769 r. widoczne było w Polsce tylko wejście Wenus na tarczę Słońca, po czym Słońce zasło. Jeszcze gorzej było z możliwością obserwacji kolejnej pary zjawisk grudniowych. W 1874 r. przejście Wenus nie było w Polsce widoczne, a w 1882 r. znów mógł być widoczny tylko początek zjawiska, o ile grudniowa pogoda na to pozwoliła.

Mamy więcej szczęścia od naszych przodków, gdyż po raz pierwszy w historii obserwacji tego zjawiska przejście Wenus przed tarczą Słońca może być widoczne w Polsce w całości. Oby tylko aura nam sprzyjała. Następne przejście Wenus przed Słońcem będzie

wprawdzie za 8 lat, ale w Polsce będzie widoczny tylko jego koniec. Z kolejnej grudniowej pary przejście w roku 2117 nie będzie w Polsce widoczne, a w 2125 r. będzie widoczna tylko pierwsza połowa zjawiska. Dopiero nasi potomkowie w roku 2247 zobaczą przejście Wenus w całej okazałości w środku czerwcowego dnia.

Wyrażam nadzieję, że zachęcenia lekturą czytelnicy, sami 8 czerwca skierują swój wzrok w stronę Słońca. Skoro wiele lat temu zjawisko wywołało tyle emocji wśród obserwatorów, może i nam wrażeń nie oszczędzi.

Mgr Magdalena Pilkska-Piotrowska
jest pracownikiem Planetarium
i Obserwatorium Astronomicznego
Muzeum Mikołaja Kopernika we Fromborku. Zajmuje się historią
astronomii i astrobiologią

rozmaitości

Tytan — stare zagadki, nowe wyzwania

Tytułem wstępu

Nader interesujący i zarazem bardzo enigmatyczny, wielki księżyc Saturna — Tytan, pomimo bliskich spotkań w przeszłości z Voyagerami, pozostaje bardzo zagadkowym mieszkańcem Układu Słonecznego. Mimo ogromnego postępu w naziemnych technikach obserwacyjnych, sezonowe lub dzienne zjawiska widoczne na Tytanie, jego kondensaty (chmury) troposferyczne, skład powierzchni i jej topografia są nadal przedmiotem dyskusji. Wyrafinowana spektroskopia, sondowanie radarowe, jak i proste obrazowanie dysku tego sputnika, zostały ostatnio wydatnie wspomoczone przez gwałtowny rozwój optyki adaptywnej, która wraz z technologiami pokrewnymi pozwala na „wdzieranie” się w bliskiej podczerwieni do głębszych warstw atmosfery Tytana, a nawet na sięganie do jego powierzchni.

Pierwsze obserwacje z wykorzystaniem optyki adaptywnej, to lata 90. i instrument ESO o nazwie ADONIS. Ostatnio zostało udostępnionych mnóstwo danych z systemów zainstalowanych na teleskopach CFHT, Keck i Gemini, jak również z HST. Wszystkie one zgodnie pokazują istnienie jasnego obszaru równikowego oraz ciemniejszych miejsc w innych częściach dysku. W dziedzinie

modelowania obserwowanej fizyczności księżyca panuje właściwie pełna dowolność, gdyż dostępne obecnie modele sugerują wszystkie możliwe kombinacje lodów, ciekłych węglowodorów, związków organicznych i skał. Nie lepiej jest w niższych partiach atmosfery. Widma i zdjęcia wskazują na istnienie obłoków troposferycznych, podczas gdy inne modele i obserwacje zdają się przekonywać, iż troposfera Tytana musi być przesycona metanem. Jeszcze wyżej, w stratosferze, optyka adaptywna ujawniła intrigującą asymetrię między północną a południową półkulą, z charakterystycznie jaśniejszym biegiem południowym.

Instrument, obserwacje, no i co widać...

Najnowsze obserwacje o większej czułości i rozdzielcości pochodzą z instrumentu NACO, umocowanego w ognisku Nasmyth-B teleskopu Yepun, czyli jednego z czterech tworzących główną część VLT. Jego detektor, będący matrycą 1024×1024 pikseli, schłodzony do 27 K, jest czuły w zakresie 0,9–5 μm. Swoje pierwsze światło zaobserwował 25 listopada 2001 r., a dzięki 8-m średnic teleskopu zapewnia doskoną rozdzielcość — przykładowo 0,033 sekundy łuku na długości fali 1,28 μm. Dzięki specjalnie dobranemu zestawowi filtrów wąskopasmowych udało się uzyskać wgląd w przekrój atmosfery Tytana i jego powierzchnię. I tak, powierzchnię widać na długości fali

1,28 μm, łącznie z niższą troposferą na 1,08 i 1,09 μm, a później troposferą (2,12 μm), górną troposferę (1,24), tropopauzę (1,04) oraz stratosferę — od najniższej (2,17), poprzez niską (1,64), aż do jej górnych warstw na 1,75 μm. Obserwacje wykonane przez grupę naukowców z francuskich i jednej niemieckiej placówki badawczej pochodzą z 20, 25 i 26 listopada 2002 r., wszystkie pomiędzy godziną 6:00 a 9:00 UT. Najlepsze warunki osiągnięto 26 listopada, przy stabilnym seeingu rzędu 0,9 sekundy łuku, co pozwoliło uzyskać rozdzielcość ograniczoną już tylko przez dyfrakcję dla największego zestawu filtrów. Pozostałe noce wypadły już gorzej, przy seeingu 1,1" 20 listopada oraz 1,5", a momentami nawet 2,8" — 25. Jako że Tytan ma jasność widomą w zakresie optycznym 8,05 mag., jako gwiazdę porównawczą wybrano HD 40329, typu widmowego G5 i jasności 8,17. Nieprzypadkowo jest ona nieco jaśniejsza niż główny cel obserwacji, gdyż wymagają tego techniczne uwarunkowania obserwacji obiektów rozciągłych; w przypadku Tytana jest to 0,87 sekundy łuku. Oszacowany stosunek sygnału do szumu, uwzględniający szereg czynników (m.in. szum odczytu kamery, szum fotonowy) wyniósł od 80 do 350 na piksel, w zależności od długości fali. Surowe, usrednione obrazy z trzech nocy pokazują rys. 1 (wszystkie ilustracje na kolorowej wkładce). Mając na uwadze jakość uzyskanych danych, do ich obróbki — tzw. dekonwolucji — wykorzystano dwie odrebrene

metody (rys. 2 i 3). Następnie zbalansowano kontrast w obrazach powierzchni (1,08 i 1,28 μm), korzystając z modelu uwzględniającego aerosole fraktałko-ksztalne i rozmaito, zależne od długości fali, współczynniki absorpcji i nieprzezroczystości metanu.

...w atmosferze...

Co ciekawego udało się zaobserwować? Na zdjęciach z przyczynkiem atmosferycznym widać wyraźnie wzmiękowaną już asymetrię północ/południe, z charakterystycznym południowym „uśmiechem” na 2,12 μm , ale zupełnie odwrotna sytuacja ma miejsce w przypadku filtrów sondujących większe wysokości (np. 1,64, 1,75 i 2,17 mm). Pośrednią sytuację widać w pobliżu 1 μm — są tam obecne oba jasne obszary, tak południowy, jak i północny. Szczególnie rzucającą się w oczy, jest wysoka kontrastowa (150% jaśniejsza od krawędzi dysku) struktura na biegunie południowym, widoczna w filtrach 1,24 i 2,12 μm we wszystkich 3 nocach; wyraźnie obecna jest nawet na surowych zdjęciach (rys. 1). Ponieważ nie widać jej już na 2,17 μm , można stąd wynieść, iż zjawisko powodujące tę strukturę jest umiejscowione w atmosferze, gdzieś poniżej 100 km. Co więcej, zmienia swoje położenie względem bieguna południowego, co widać nawet w obrębie tygodnia obserwacyjnego — najdalej na wschodzie była 25 listopada, w centrum 26. i najdalej na zachodzie 20. Można zatem pokusić się o stwierdzenie, że owa wielka, jednolita, jasna struktura jest przypuszczalnie związana z jakimś wirem w pobliżu bieguna południowego. Inne podobne, choć już nie tak jasne miejsca, są widoczne również na południowej krawędzi (w szczególności na 1,24 i 2,12 μm), po obu stronach głównej struktury.

...i na powierzchni

Dobrze znaną cechę powierzchni widać wybornie na zdjęciu z 20 listopada (1,08, 1,09 i 1,28 mm). Struktura ta rozciąga się od +5° szerokości i 110° długości, do -45° szer. i 50° dł., ma trójkątny, kropkowany kształt, z węższą krawędzią skierowaną na południowy — wschód (rys. 1 i 3). Obrazy z dwóch pozostałych nocy uwydaczniają jeszcze cztery inne jasne obszary. Równikowy, o kontraste 60-90% (w stosunku do najciemniejszych obszarów zdjęcia), kolejny rozciągający się na 30° długości południowej (ok. 80%) i jeszcze dwa słabsze (40%) na północy. Te charakterystyczne utwory powierzchniowe były już co prawda znane wcześniej, dzięki interferometrii plamkowej i optyce adaptywnej teleskopu Kecka, lecz dopiero

NACO zapewnił wykonanie zdjęć z odpowiednio wysokim kontrastem.

Co przyniesie przyszłość?

Omówione wyniki to dopiero wstępne rezultaty obróbki danych. Trzeba jeszcze wymodelować i zinterpretować obserwowane fizyczne i geofizyczne zjawiska oraz wykonać pełną kartografię powierzchni Tytana. W planach są pierwsze obserwacje tego księżyca w oknach metanowych na 3 i 5 mm, jak również pomiary polarymetryczne. Jednakże nawet te wstępne obserwacje są wielce pomocne przy przygotowywaniu przyszłych obserwacji instrumentami sondy Cassini, poprzez określenie wielkości spodziewanych kontrastów jasności na powierzchni Tytana, jak i struktur jego obłoków atmosferycznych. Szczegółowe informacje na temat instrumentu NACO (NAOS/CONICA) są dostępne pod adresem <http://www.eso.org/instruments/naco/>; wszystkie zaprezentowane zdjęcia zostały zaczerpnięte z pracy E. Gendron i in., opublikowanej w 417 tomie *Astronomy & Astrophysics* z kwietnia 2004 r.

(mag)

Długie mroczne lata

Wczesny Wszechświat spowity był mgłą neutralnego wodoru i helu. Nawet ultrafioletowe promieniowanie gwiazd z pierwszych galaktyk ledwo mogło przebić się przez kurtynę wszechabsorbującego gazu — okres ten astronomowie przezwali epoką Wieków Ciemnych. Przez setki milionów lat pierwsze gwiazdy stopniowo ogrzewały i jonizowały otaczający gaz, przekształcając nieprzezroczysty ocean przestrzeni w przezroczystą pustkę, którą dziś oglądamy. Gdyby tak się nie stało, badanie źródeł UV ograniczone byłoby jedynie do naszej Drogi Mlecznej.

Precyjne wyznaczenie, kiedy miało miejsce re-jonizacja (przejście z ciemnego do świecącego, przezroczystego Wszechświata) i co ją spowodowało, pozwoli zgłębić historię formowania galaktyk w młodym Wszechświecie. Praca dwu naukowców — J. Stuarta Wyithe'a (University of Melbourne) i Abrahama Loeba (Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics), która ukazała się 26 lutego w *Nature* sugeruje, że Ciemne Wieki trwały ponad miliard lat, a Wszechświat w wieku miliarda lat był nadal w dużym stopniu neutralny.

Wielki Wybuch stworzył Wszechświat wypełniony gorącym, zjonizowanym wodorem i helem. Po upływie około 380 tys. lat świat w wyniku ekspansji ochłodził się na tyle, aby jądra i elektrony połączyły się, tworząc neutralne atomy wodoru

i helu, które absorbowały promieniowanie UV. Przekształcenie ośrodka z nieprzezroczystej ciemności do obecnej dziś niezlej widoczności wymagało powtórnego zjonizowania gazu wypełniającego przestrzeń, czyli powtórnego oderwania elektronów od jąder atomów. Kiedy nastąpiła wtórna jonizacja Wszechświata?

Redshift (czyli przesunięcie ku czerwieni) to przesunięcie emitowanej przez źródło fali w stronę fal dłuższych. Za wzrost ten odpowiedzialny jest nasz Wszechświat, który się rozszerza. Im większy redshift mierzymy, tym obiekt, który obserwujemy, musi znajdować się dalej.

Uproszczony model, który zakłada natychmiastową i kompletną jonizację w oparciu o dane z satelity WMAP, wskazuje na redshift równy 17, czyli około 200 min lat po Wielkim Wybuchu. Ale naprawdę nie był to proces ani natychmiastowy, ani całkowity. Rzeczywistość, jak to często bywa, jest dużo bardziej skomplikowana niż to przedstawia model.

Wyithe i Loeb badali kwazary — bardzo odległe i bardzo jasne obiekty. Dzięki temu, że są to tak jasne latarnie, widać je z daleka — z odległości miliardów lat świetlnych. Ich olbrzymią jasność wykorzystuje się do podpatrywania innych obiektów w „kosmicznym zoo”. Kwazary podświetlają swoje najbliższe otoczenie a także przestrzeń między nimi a nami. W sercu każdego kwazara leży supermasowna czarna dziura, która pożera otaczającą ją materię. Materia spływa spirali do czarnej dziury, rozgrzewając się tak bardzo, że zaczyna świecić.

Promieniowanie ultrafioletowe z kwazarów będzie jonizować gaz w otaczającym ośrodku międzygalaktycznym. Fotony o niższej energii niż fotony UV są „za słabe”, by oderwać elektron od jądra wodoru. Chociaż jasne kwazary nie były tak liczne, aby zjonizować cały Kosmos, każdy z nich był jednak na tyle potężny, by stworzyć wokół siebie bąbel zjonizowanego gazu. Rozmiar takiego bąbla zależy od własności otaczającego go gazu. Jeśli najbliższe otoczenie składa się przede wszystkim z neutralnych atomów, kwazary czeka ciężka praca i stworzą jedynie małe bąblek zjonizowanego gazu. Gdy ośrodek międzygalaktyczny jest już w dużym stopniu zjonizowany, kwazary nie namęczą się bardzo, by dokończyć dzieła jonizacji i są w stanie stworzyć dużo większe bąble.

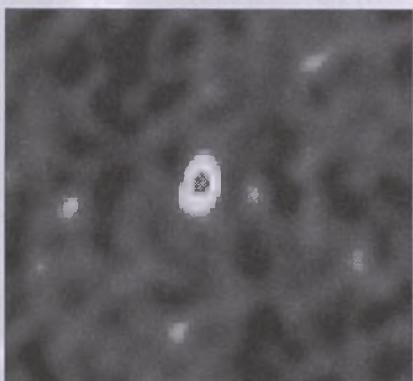
Miliard lat minął, a gaz nadal neutralny

Aby obliczyć ułamek neutralnego wodoru we wczesnym Wszechświecie, Wyithe i Loeb użyli dwu najodleglejszych znanych kwazarów na redshiftie $z = 6,28$

i $z = 6,41$, co oznacza, że kwazary te znajdują się w odległości około 13 mld lat świetlnych od nas. Obliczyli oni oczekiwany rozmiar zjonizowanych „bąbli” wokół każdego kwazarów, zakładając rozsądne wartości tempa emisji jonizujących fotonów i czas życia kwazarów, a następnie porównali swoje przewidywania z obserwowanymi rozmiarami bąbli. Wynioski były jednoznaczne.

Obserwowane rozmiary bąbli były tak małe, że ułamek neutralnego wodoru musiał być duży. Więc nawet miliard lat po Wielkim Wybuchu, gdy re-jonizacja powinna być już dobrze zaawansowana według pomiarów WMAP, większość ośrodków międzygalaktycznego była wciąż neutralna, powiedział profesor Wyithe.

Chociaż proces re-jonizacji rozpoczął się prawdopodobnie wraz z formowaniem pierwszych gwiazd, które wyświetlały fotony UV gdzieś na $z \sim 30$ (około 100 mln lat po Wielkim Wybuchu), to jednak pełna jonizacja nastąpiła dużo później. Proces ten trwał miliardy lat.



Kwazar J1148+5251 na przesunięciu ku czerwieni $z = 6,41$. O obiekcie tym pisaliśmy na stronach Edukacyjnego Serwisu Orion w sierpniu zeszłego roku. Fot. NRAO/AUI/NSF

Możliwe jest nawet, że re-jonizacja pojawiła się w dwu oddzielnych fazach zasilanych przez pierwszą i drugą generację gwiazd. Pierwsze gwiazdy były gorące, ponieważ zostały utworzone z pierwotnej materii powstałej w czasie Wielkiego Wybuchu. Gdy w ich wnętrzach wytworzyły się pierwiastki cięższe, a potem rozproszyły się w ośrodku w czasie wybuchu supernowych, następne gwiazdy, które powstawały z tak wzbogaconego gazu, były chłodniejsze i mniej wydajne w jonizacji Wszechświata, mówi profesor Loeb. Niewykluczone, że ośrodek międzygalaktyczny stał się w pełni zjonizowany, tak jak to widzimy dziś, dopiero wówczas, gdy powstała wystarczająca liczba gwiazd drugiej generacji.

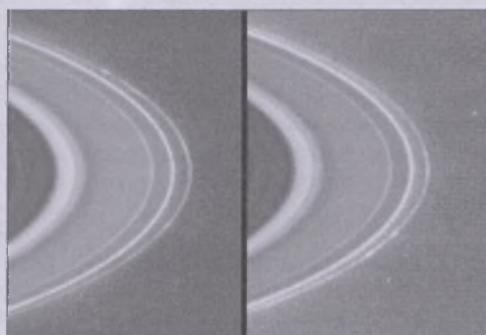
Karolina Zawada

Zagadkowe życie pierścieni Saturna

Jak długo przeżywają znane od dawna zgęszczenia w pierśceniach Saturna? Tego nie wiadomo, jednak niewykluczone, iż sonda Cassini-Huyghens ułatwi znalezienie odpowiedzi.

23 lutego 2004 r., z odległości 62,9 min km, sonda wykonała dwa zdjęcia w niemal dwugodzinnym odstępie czasowym, na których wyraźnie widać zgęszczenia, jakby osadzone w cienkim, zewnętrznym pierścieniu F. Na drugim zdjęciu, w postaci małej kropki można odnaleźć Janusa, jednego z małych księżyków Saturna, o średnicy jedynie 181 m.

Jak i wszystkie inne cząstki w rodzinie Saturna, tak i owe zgęszczenia krążą wokół planety w kierunku zgodnym z ob-



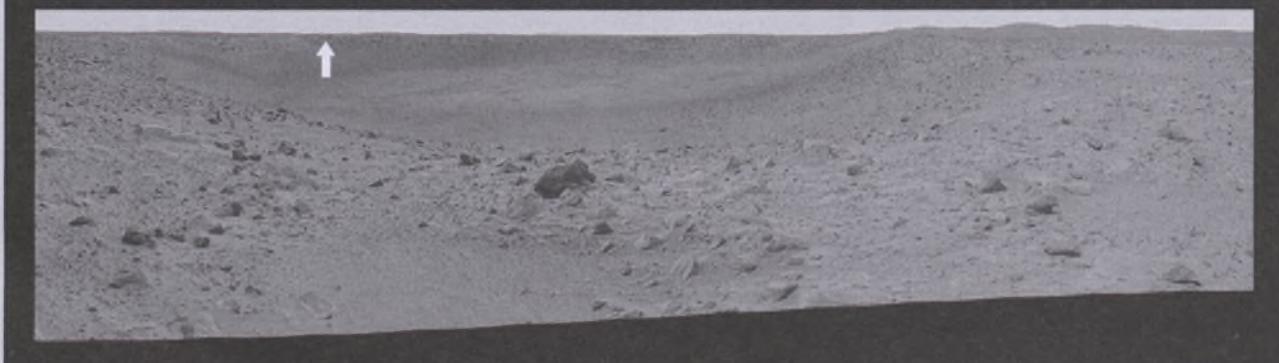
rotem jej samej wokół osi. Na wzmiankowanych zdjęciach łatwo dostrzegalne są dwa zgęszczenia, jedno z nich rozcigłe, na górnjej (zdjęcie po lewej) oraz dolnej (po prawej) części pierścienia F. Na tym drugim zdjęciu widać także inne zupełnie nieregularności w jasności pierścienia. Należy zaznaczyć, że kontrast zdjęć został sztucznie zwiększyony, a one same powiększone, by omawiane struktury były w ogóle widoczne. Żeby w pełni sobie uzmysłowić napotykane trudności techniczne, trzeba nadmienić, iż rozdzielcość zdjęć to raptem 377 kilometrów na piksel!

Jak już wspomniano na początku, istnienie zgęszczeń było znane od dość dawna. Widziały je już Voyager w trakcie swojego przelotu obok Saturna na poczatku lat 80. ubiegłego wieku. Pojedyncze struktury można było obserwować przez cały miesiąc, jednak żadna z nich nie istniała już, gdy w okolicy Saturna zawitał dziewięć miesięcy później, drugi z Voyagerów. Do dziś nie jest jasna przyczyna powstawania takich zgęszczeń. Jako możliwe scenariusze wymienia się bombardowanie pierścienia meteoroidami lub też wzajemne zderzenia pomiędzy tworzącymi go cząstkami.

(mag)

Na rozkładówce:

Panorama powierzchni Marsa widziana z południowego krańca małego krateru Bonneville przez obiektyw wędrującego robota Spirit w 68 i 69 marsjańskim dniu („sol”) pobytu tego aparatu na Marsie i 300 m od miejsca lądowania. Krater Bonneville ma ok. 200 m średnicy. Leżące dookoła skały są prawdopodobnie materiałem wyrzuconym (ejekta) podczas zderzenia, dzięki któremu utworzył się sam krater, a ich badanie może stanowić klucz do poznania geologicznej historii tego miejsca. Po lewej stronie, zaraz za odległą krawędzią krateru widoczna jest termiczna osłona lądownika Spirit



Tytan

(ilustracje do tekstu na s. 118)

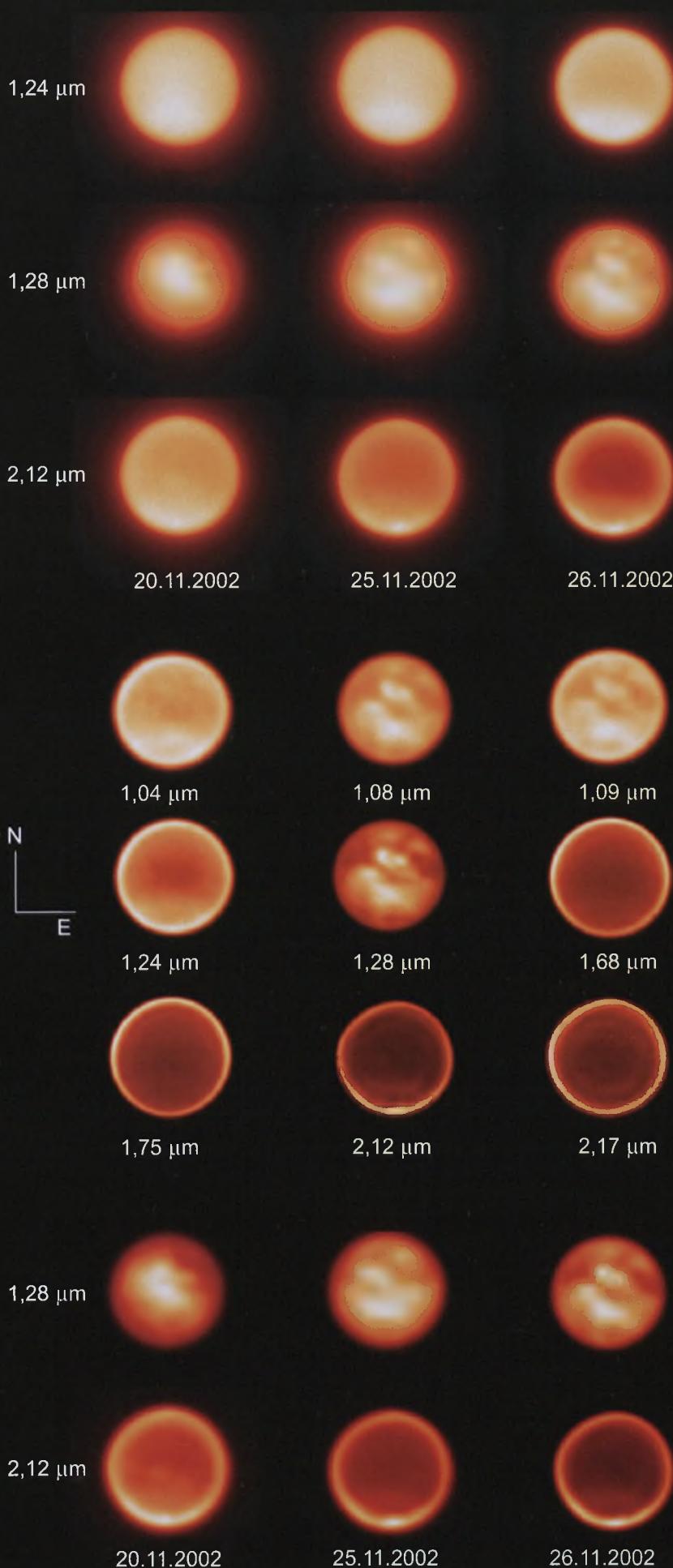
Rys. 1. Tytan widziany przez NACO/VLT w ciągu 3 nocy, przy seeingu od 0,8 do 2,8". Na wszystkich zdjęciach północ jest u góry, wschód na prawo

Rys. 2. Zdjęcia Tytana z 26 listopada 2002 r. po obróbce metodą I. Dodatkowo zostały skorygowane obrazy powierzchni (1,08 i 1,28 μm)

Rys. 3. Wyniki obróbki metodą II oraz ewolucja czasowa. Rotacja struktur powierzchniowych Tytana jest widoczna na 1,28 μm. Natomiast w atmosferze (2,12 μm) widać jasną krawędź południową oraz przesuwającą się, wysoce kontrastową strukturę w okolicach bieguna południowego

Rys. 4. Zdjęcia Tytana z dnia 26 listopada 2002 r. z nałożoną siatką współrzędnych. Wyżej: doskonale widoczne (kontrast około 40%) jasne, skomplikowane struktury na długości fali 1,3 μm. Niżej: nowe zjawisko, przypuszczalnie natury meteorologicznej, widocznego jako jasna struktura krążąca w atmosferze Tytana, wokół jego bieguna południowego (2,12 μm)

Fot. ESO



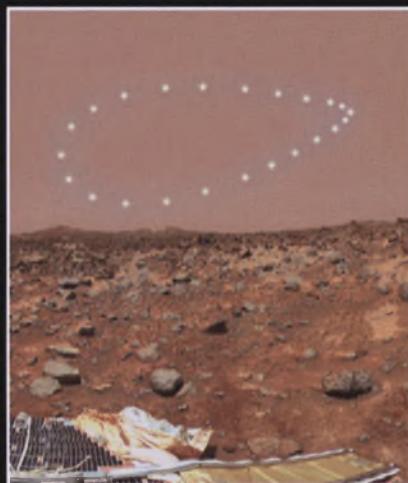


Urania
POSTĘPY ASTRONOMII

Galeria Uranii

Ponoć większa jest liczba ludzi, którzy kroczyli po księżycowym gruncie niż ludzi, którym udało się na Ziemi zrobić dobre zdjęcia słonecznej analemmy. Obraz analemmy uzyskujemy, zaznaczając co kilka dni pozycje Słońca na niebie z tego samego miejsca i o tej samej porze dnia przez cały rok. Jest to figura w kształcie ósemki, która stanowi odbicie niejednorodnego ruchu Ziemi dookoła Słońca.

Podobne zaznaczanie pozycji Słońca na firmamencie Marsa dałoby zgoła inny obraz. Oto analemma uzyskana komputerowo przez Denisa Mammana dla późnego popołudnia na stacji badawczej im. Carla Saganego (utworzonej w miejscu lądowania Pathfindera w 1997 r.).

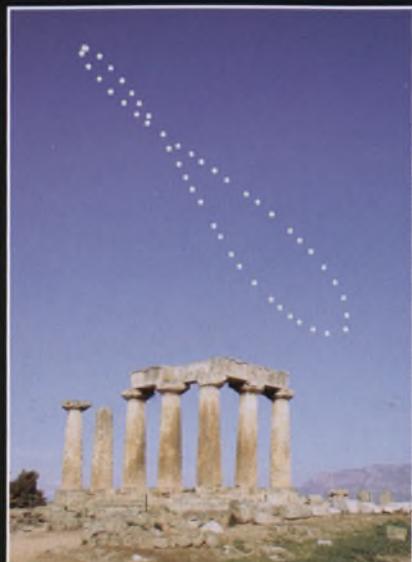
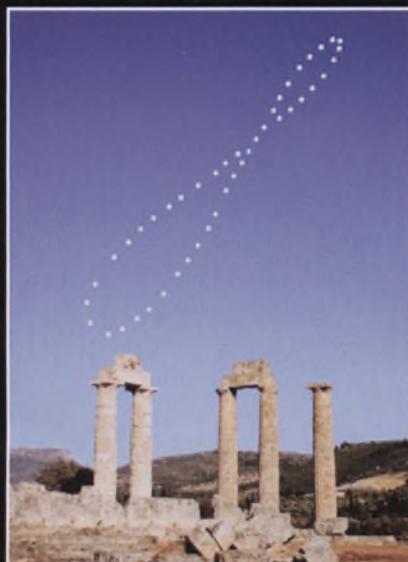


Prezentowane tu ziemskie analemmy zostały uzyskane fotograficznie przez naszego przyjaciela Antoniego Ayiomamitisa z Grecji. Wszystkie zdjęcia były wykonane aparatem Canon A-1 z obiektywem Canon FD 24 mm ze światłosią F/11 i filtrem ND5 na filmie Fuji Super HQ 200.



Wyżej: analemma w starożytnych Delach, nad ruinami świątyni Tholos, uzyskana o godz. 8.00 UT + 2 w dniach 12.01–21.12 2002 r. Niżej, od lewej: nad ruinami świątyni Zeusa w starożytnej Nemei (godz. 16.00 UT + 2 w dniach 7.01–20.12 2003 r.); w Atenach, nad ruinami Partenonu (godz. 12.28 UT + 2,

w dniach 12.01–21.12 2002 r.); w starożytnym Koryncie z ruinami świątyni Apolla (godz. 9.00 UT + 2, w dniach 7.01–20.12 2003 r.). Wszystkie uzyskane za pomocą wielokrotnej (38–47) ekspozycji Słońca (1/30–1/60 s) i jednokrotnego naświetlenia pierwszego planu



Będzie „potrójny wyścig”?

Jeżeli niedawna wypowiedź prezydenta Stanów Zjednoczonych to nie tylko chwyt przedwyborczy, nie jest wykluczone, że w ciągu najbliższych kilkunastu lat możemy być świadkami pasjonującego „potrójnego” wyścigu załogowego w Kosmosie...

Dlaczego jednak „potrójnego”?

Natychmiast bowiem odezwali się Rosjanie. Jeżeli zaś ich wypowiedź, że załogową wyprawę na Marsa mogą zrealizować wcześniej niż Amerykanie, nie jest tylko „polityczną werbalistyką”, to lekceważyć ich nie należy. Fakt, że przegrali wyścig na Księżyco, nie oznacza, że w kosmonaucie już się nie liczą... Mają przecież największą obecnie na świecie rakietę nośną Energia. To, że została wykorzystana tylko dwa razy, wynika stąd, że nie ma dla niej zadań, ale załogowa wyprawa na Marsa byłaby właśnie takim zadaniem...

Amerykanie muszą zaś dopiero zaprojektować i zbudować odpowiednią rakietę nośną. Rakiera Saturn V od dawna jest raczej zabytkiem muzealnym.

Ale kto jest tym „trzecim”?

To... Chiny!

Co prawda specjalisci chińscy nie wypowiadali się o Marsie, ale zasygnalizowali, że interesuje ich program wysłanie blikoziemskiej załogowej bazy satelitarnej i program załogowej wyprawy na Księżyco.

Tymczasem z wypowiedzi George'a Busha wynika, że pierwszym zadaniem dla kosmonautyki amerykańskiej będzie zainstalowanie na Księżyco załogowej bazy naukowej.

Nie mogę się tu powstrzymać od uwagi, że od kilkunastu lat uporczywie i konsekwentnie postuluję w moich wykładach, artykulując (także parokrotnie w „Uranii”) i książkach, że w pierwszej kolejności powinniśmy „zagospodarować” Księżyca. (Vide moja książkę *Znowu na Księżyco* (1999), w której przedstawiam własną koncepcję, jak to powinno/może być robione).

Jeżeli o mnie chodzi, nie mam najmniejszych wątpliwości, że kluczem do „zagospodarowania” Księżyca jest wyprawienie w wokółksiężycowy ruch satelitarny niewielkiej załogowej bazy kosmicznej. Piszę więc w książce *Baza satelitarna ALFA* (1997), że program jej montażu należałoby rozszerzyć o wysłanie też podobnej (tyle że małej) bazy księżycoowej. (Piszę też w tej książce, że do programu winny zostać też zaproszone Chiny i... Indie).

* W wersji z ośmioma blokami członu pierwszego będzie ona mieć udźwig 200/70 Mg.

Jeżeli się bowiem tego nie uczyni, Chiny będą realizowały — jak widać — własny program. Może więc powstać taka sytuacja, że wokół Ziemi krążyć będzie międzynarodowa baza satelitarna ALFA i „jakaś” (zapewne niewielka) baza satelitarna chińska. I może się też okazać, że na powierzchni Księżyca znajdzie się naukowa baza amerykańska, ale znajdzie się tam także baza chińska.

W każdym razie jeżeli do takiego „wyścigu” dojdzie, będzie to najbardziej pionujące widowisko w dotychczasowych dziejach kosmonautyki.

Inaczej wygląda sprawa, jeżeli chodzi o ewentualną rywalizację amerykańsko-rosyjską.

Rosjanie nie mówią bowiem o Księżyco, a tylko o Marsie.

No cóż, rosyjski program załogowej wyprawy na Księżyco zaalarmał się, bo nie udało im się doprowadzić do stanu używalności wielkiej rakiety nośnej N1. Była „prymitywna” i „niedopracowana”.

Ale teraz mają rakietę nośną Energia.

Przedsięwzięcie w rodzaju amerykańskiego programu Apollo nie wniosłyby jednak obecnie do kosmonautyki zbyt wiele.

Być może zamiarem rosyjskim będzie realizacja wyprawy na Marsa z pominięciem Księżyca. Wydaje się bowiem, że, jak o tym pisalem (między innymi w „Uranii-PA”), najracjonalniejszym rozwiązaniem problemu jest montaż odpowiednio wielkiego statku kosmicznego w charakterze sztucznego księżyca Ziemi z „niewielkich” modułów oddzielnie wprowadzanych w wokółziemski ruch satelitarny. A więc „technologia” taka, jaka jest stosowana przy montażu bazy satelitarnej ALFA. (Zwracam uwagę, że nie chodzi o montaż statku na bazie ALFA, ale on sam w czasie montażu stanie się „bazą satelitarną”). Następnie dostarczono by do niego z Ziemi „porcjami” materiał pędny, później uruchomiono by silnik rakietowy statku, aby zwiększyć prędkość lotu o około 3 km/s i odleciały on ku Marsowi.

Jeżeli chodzi o program amerykański, to wypowiedź prezydenta Busha zaczęto interpretować w ten sposób, że miejscem odlotu ku Marsowi byłby Księżyco. Kryje się tu jednak pewne nieporozumienie.

Chodzi o to, że rzeczywiście znacznie łatwiej odlecieć ku Marsowi z małego Księżyca niż z Ziemi. (Różnica prędkości wynosi odpowiednio nieco ponad 3 km/s i około 11,6 km/s, a więc jest olbrzymia!). Ale trzeba mieć na Księżyco kompletny statek kosmiczny z odpowiednimi zapasami materiałów pędnych. Jeżeli zaś wszystko niezbędne trzeba będzie przetransportować z Ziemi na

Księżyco, trzeba osiągnąć prędkość 11 km/s, aby na nim wylądować, trzeba zahamować spadek odbywający się z prędkością około 2,4 km/s. No, a potem trzeba jeszcze odlecieć ku Marsowi z prędkością przeszło 3 km/s.

Wypowiedź Busha należy więc rozumieć jako kolejność realizacji dwóch programów: najpierw budowy bazy naukowej na powierzchni Księżyca, a później programu załogowej wyprawy na Marsa...

Jeżeli więc to „wszystko” prawda, zapowiada się kilkanaście lat (a więc nie kilka) niezwykłych emocji w dziedzinie kosmonautyki załogowej...

A koszty będą przeogromne.

Dość powiedzieć, że program Apollo kosztował 25 mld dolarów (obecnie kosztowałby 80...). Nieudany program rosyjskiej wyprawy na Księżyco kosztował około 4 mld dolarów. Międzynarodowy program montażu bazy satelitarnej ALFA ma kosztować nie wiadomo ile (ale mówi się o 100 mld dolarów).

Myślę więc, że koszt zainstalowania na Księżyco stałej bazy naukowej wyniesie kilkaset miliardów dolarów i podobną kwotę pochłonie realizacja załogowej wyprawy na Marsa. Skąd te pieniądze wezmą Amerykanie, jeżeli od kilkudziesięciu lat mają stały ogromny deficit budżetowy?

W ciągu ostatnich kilkudziesięciu lat byłem przekonany, że z pewnością nie dojdzie do załogowej wyprawy na Marsa. Jeżeli miałaby się ona odbyć za lat 15, to może się okazać, że będę ją oglądał i że rzeczywiście żyją już Ziemianie, którzy wezmą w niej udział.

(Z wyprawą na Księżyco było inaczej. Gdy w październiku 1951 wygłosiłem w „Salii Kopernika” Obserwatorium Astronomiczne UW jeden z pierwszych w Polsce wykładów na temat podróży międzyplanetarnych — była o tym wzmienna w „Uranii” i w prasie — to zapytano mnie, kiedy odbędzie się wyprawa na Księżyco. Odpowiedziałem, że za lat 20 i niewiele się pomyliłem).

Andrzej Marks

Popularny był kiedyś taki dowcip na temat rywalizacji ZSRR-USA:

Przychodzi szef NASA do prezydenta Stanów Zjednoczonych i melduje:

– Panie prezydencie, Rosjanie polecieli na Księżyco i zaczęli malować go na czerwono!

Prezydent chwilę myśla i mówi:

– Czekaj!

Po pół roku szef NASA melduje prezydentowi:

– Panie prezydencie, Rosjanie pomalowali już cały Księżyco na czerwono!

Prezydent natychmiast odpowiada:

– OK. Weźcie teraz białą farbę, wyślijcie tam naszych chłopców, niech napiszą: Coca-Cola.

Czekamy na bardziej aktualną wersję!

Nowe duże obiekty Pasa Kuipera

Co jakiś czas w mediach pojawia się informacja o odkryciu 10 planety. Tak naprawdę wszystkie opisywane obiekty to ciała z Pasa Kuipera, czyli pasa planetoid znajdującego się poza orbitą Neptuna. Dla określenia tego rodzaju ciał używa się pojęcia obiekty transnepturnowe.

Cały problem bierze się stąd, że nie istnieje powszechnie akceptowana w środowisku astronomów definicja planety. Są różne propozycje, np. planeta to ciało, którego masa jest większa niż suma wszystkich mas pozostałych ciał na podobnych orbitach. Według tej definicji Pluton nie jest planetą.

Oficjalnie Pluton nadal jest 9. planetą Układu Słonecznego, jednak można go traktować po prostu jako jedno z ciał Pasa Kuipera. Powstało nawet określenie „plutonki” na ciało, które, podobnie jak Pluton, są w rezonansie 3:2 z Neptunem, czyli na 3 okrążenia Plutona wokół Słońca przypadają 2 obiegi Neptuna.

Nazwy obiektów poza orbitą Neptuna są nadawane według następującego schematu: rok odkrycia, litera oznaczająca kolejną połówkę miesiąca w danym roku (A = pierwsza połowa stycznia, B = druga połowa stycznia, C = pierwsza połowa lutego itd.), a następnie litera alfabetu w kolejności odkrywania ciał. Dla przykładu 2004 DW to 23. obiekt odkryty w drugiej połowie lutego.

Pierwszym odkrytym dużym obiektem w Pasie Kuipera była **20 000 Varuna** (2000 WR106), o średnicy 900 km.

Zaobserwowano ją w 2001 r. Następnie odnaleziono ciało oznaczone jako **2002 AW197**, o średnicy 890 km. Znany jest też **28978 Ixion** (2001 KX76), który ma 1065 km średnicy. Odkrywane w latach 2003 i 2004 duże obiekty mają już rozmiary zdecydowanie ponad 1000 km. Są to: **50000 Quaoar** (2002 LM60) — 1250 km, **2004 DW** — ok. 1600 km oraz **2003 VB12 (Sedna)** — między 1250 a 1800 km.

Nieco szerzej przedstawimy trzy ostatnie obiekty. Ich odkrywcami jest ten sam zespół astronomów. W przypadku pierwszego ciała są to Mike Brown (Caltech) i Chad Trujillo (Gemini Observatory), w dwóch pozostałych dochodzi osoba Davida Rubinowitza (Yale).

Quaoar

Quaoar został zaobserwowany 4 czerwca 2002 r. Był wtedy największym znanym obiektem w Pasie Kuipera (nie licząc Plutona), z rozmiarami około połowy średnicy Plutona. W tym czasie było znanych 600 obiektów transnepturnowych o średnicach większych niż 100 km.

Średnica Quaoara wynosi 1250 km, znajduje się on w odległości 42 AU od Ziemi (Pluton — około 30 AU), czyli około 6 mld km. Orbita jest prawie kołowa (mimośród wynosi 0,04), okres obiegu wokół Słońca to 285 lat, a nachylenie do płaszczyzny ekleptyki 8° , wielka półosią ma 43,37 AU.

Odkrycie było wynikiem 7-miesięcznych obserwacji półautomatycznym teleskopem w obserwatorium palomarskim. Używany był teleskop Oschin o średnicy 1,2 m. Jego pole widzenia wynosi 3 stopnie kwadratowe.

Pomiarów średnicy Quaoara dokonano na dwa sposoby: 1) obserwacje optyczne przy pomocy Teleskopu Kosmicznego Hubble'a, 2) pomiary w podczerwieni przy pomocy teleskopu IRAM w Hiszpanii, na fali o długości 1,2 mm.

Nazwa Quaoar pochodzi z mitologii ludu Tongva, zamieszkującego obszar Los Angeles przed przybyciem Hiszpanów. Nazwa została oficjalnie zaaprobowana przez Międzynarodową Unię Astronomiczną.

2004 DW

Obiekt z Pasa Kuipera znaleziony na zdjęciach wykonanych 17 lutego 2004 r. Zaobserwowano go podczas przeglądu nieba dokonywanego przy użyciu kamery Palomar QUEST i Teleskopu Samuela Oschyna w obserwatorium palomarskim. Ma średnicę połowę rozmiarów Plutona i znajduje się 2,4 mld km dalej niż Pluton. W momencie odkrycia znano już 800 ciał większych niż 100 km.

Niestety nie ma bezpośrednich pomiarów średnicy 2004 DW. Przy założeniu, że albedo ciała jest takie samo jak w przypadku Quaora (9%), można wyznaczyć średnicę na 1600 km.

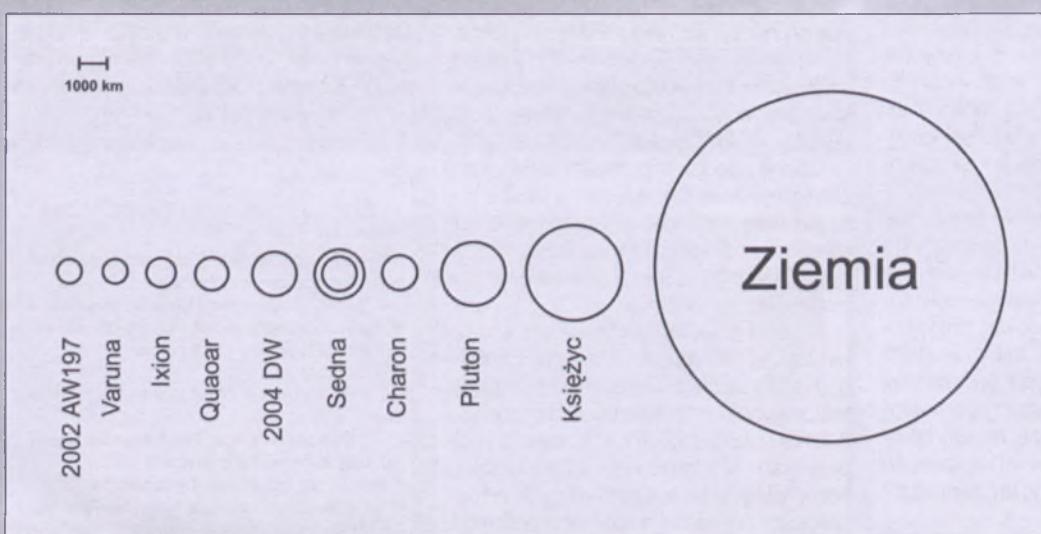
2004 DW znajduje się w odległości 45 AU od Ziemi. Identyfikacja obiektu na starszych danych obserwacyjnych, zgromadzonych przed odkryciem (wstecz aż do 2002 r.), sugeruje, że orbita „planetoidy” przecina orbitę Neptuna i że należy ona do plutonów. Jasność obiektu wynosi 18,5 mag. w barwie R.

2003 VB12 (Sedna)

O odkryciu poinformowano 15 marca 2004 r. Sedna znajduje się w odległości

90 AU, czyli poza granicami Pasa Kuipera, które szacuje się na 50 AU. Dodatkowo ma bardzo eliptyczną orbitę, którą obiega w ciągu 10500 lat. Peryhelium jest wyznaczone na 76 AU z dokładnością do 7 AU.

Czy zatem Sedna pochodzi z hipotetycznego Obłoku Oorta? Obłok Oorta powinien znajdować się dużo dalej, ale według odkrywców Sedny może dzielić się na we-



Rys. 1. Porównanie rozmiarów obiektów Pasa Kuipera oraz innych ciał w Układzie Słonecznym. W przypadku Sedny zaznaczono dolną i górną granicę szacowanej średnicy. Rys. K. Czart

Tabela 1

W tabeli zebrane największe obiekty z Pasa Kuipera. Źródła danych: List of Transneptunian Objects (Harvard) oraz Minor Planet Electronic Circular 2004-E45

Obiekt	Inne nazwy	Data odkrycia	Średnica [km]	Typ	Wielka półos [AU]	Mimośród [AU]	Nachylenie orbity [°]
Pluton		1930	2320	plutonek	39,518	0,2482	17,148
Charon		1978	1270	plutonek		księżyca Plutona	
Sedna	2003 VB12	14.11.2003	1250-1800	rozproszony	531,658	0,857	11,93
2004 DW		17.02.2004	~1600	plutonek	39,472	0,218	20,6
Quaoar	50000, 2002 LM60	04.06.2002	1200	klasyczny	42,946	0,034	8,0
Ixion	28978, 2001 KX76	22.05.2001	1065	plutonek	39,485	0,242	19,6
2002 AW197		10.01.2002	890	rozproszony	47,501	0,130	24,3
Varuna	20000, 2000 WR 106	28.11.2000	900	klasyczny	45,784	0,051	17,2

wnętrzny i zewnętrzny, a Sedna pochodzi z jego wewnętrznego skraju.

Ustalenia średnicy obiektu dokonano przy pomocy 30-m teleskopu podczerwonego IRAM oraz orbitalnego teleskopu Spitzer Space Telescope (SIRTF). Znamy odległość do Sedny, z czego możemy oszacować jej temperaturę i obliczyć jasność w podczerwieni. Ciała nie udało się zaobserwować żadnym ze wspomnianych teleskopów, daje to górną granicę jego rozmiarów na 1800 km. Naukowcy uważają, że dolna granica wynosi 1250 km.

Obiekt znaleziono w listopadzie 2003 r., a w przeglądaniu archiwalnych obserwacji cofnięto się do 2001 r. Jasność Sedny wynosi 20,5 mag. w barwie R. Prawdopodobnie rotuje z okresem 40 dni. Hipoteza wyjaśniająca tak powolną rotację wskazuje na możliwość istnienia księżyca.

Nazwa Sedna nie jest jeszcze oficjalnie zaaprobowana, pochodzi z legend eskimoskich, od bogini morza, żyjącej na dnie Oceanu Arktycznego. Odkrywcy uzasadniają ten wybór w następujący sposób: jest to najdalszy obiekt w Układzie Słonecznym, a zatem najzimniejszy.

Więcej o Pasie Kuipera można przeczytać w „Uranii” nr 5/2002.

Krzysztof Czart

Źródła:

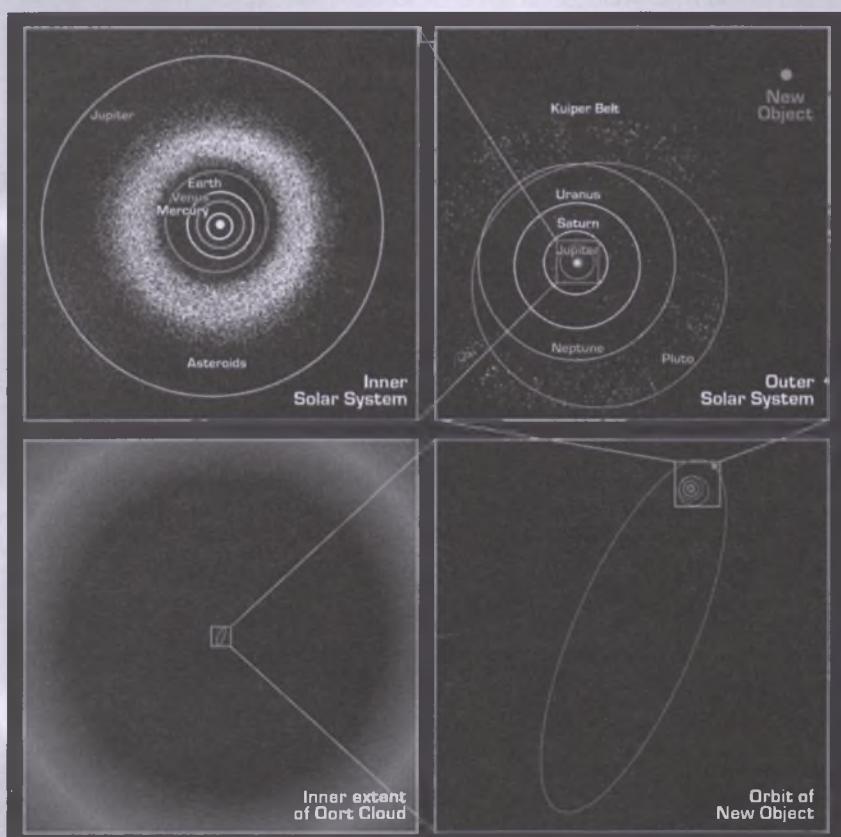
Witryny internetowe odkrywców:

Quaoar — <http://www.gps.caltech.edu/~chad/quaoar/>

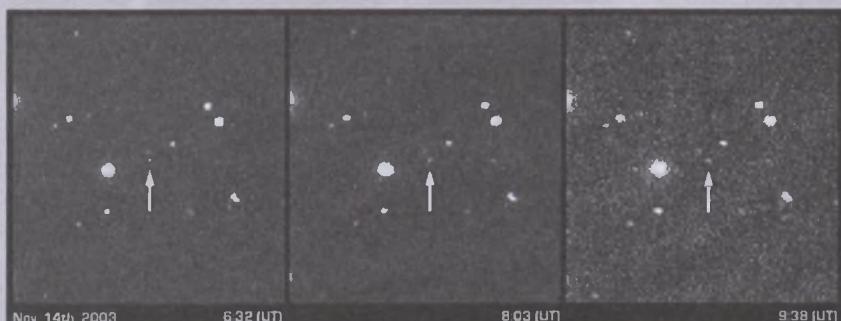
Sedna — <http://www.gps.caltech.edu/~Em-brown/sedna/>

2004 DW — <http://www.gps.caltech.edu/~Echad/2004dw>

Pas Kuipera — <http://www.ifa.hawaii.edu/~jewitt/kb.html>



Rys. 2. Orbity ciał w Układzie Słonecznym. Źródło: Caltech



Rys. 3. Zdjęcia, na których odkryto Sednę. Obiekt porusza się wolno na tle gwiazd, oznaczono strzałką. Zdjęcia wykonano 14 listopada 2003 r. Źródło: Caltech

Obserwatorium i Planetarium Akademii Świętokrzyskiej w Kielcach

9 września 2003 r. nastąpiło uroczyste otwarcie nowej placówki astronomicznej. Placówka ta zajmuje nieco powierzchni na 5 i 6 piętrze budynku Wydziału Matematyczno-Przyrodniczego Akademii, natomiast samo obserwatorium znajduje się na dachu budynku. Pięciometrowa, ręcznie sterowana kopuła mieści ustawiony na niemieckim montażu paralaktycznym teleskop Celestron CM 1400 o średnicy 14 cali (36 cm) w układzie Schmidta-Cassegraina. Ogniskowa teleskopu wynosi 3910 cm, co daje światłosię 1:11, zdolność rozdzielczą wynosi 0,33", zaś zasięg oceniany jest na 15,3 wizualnej wielkości gwiazdowej. Teleskop jest wyposażony w układ optyki quasi-adaptacyjnej i urządzenie do automatycznego nastawiania na wybrany obiekt astronomiczny. Sterowanie teleskopu odbywa się przy pomocy komputera klasy Pentium IV. Komputer ten służyć będzie również do zbierania danych, uzyskanych przy pomocy kamery CCD SBIG 7XE, wyposażonej w filtry. Aby zwiększyć możliwości obserwacyjne i rozszerzyć program badawczy, jest planowany zakup spektrografu współpracującego z kamerą CCD.

Wokół kopuły znajduje się taras obserwacyjny, na który wynosi się małe instrumenty. Poniżej teleskopu, na 6 piętrze znajduje się pomieszczenie obserwatora. Tam jest ustawiony komputer sterujący teleskopem. Pomieszczenie to jest dość duże i znajduje się tam pracownia astronomiczna, czyli pomieszczenie dydaktyczne, gdzie odbywać się będą zajęcia praktyczne z astronomią i astrofizyką dla studentów fizyki (IV rok). Piętro niżej znajduje się nieduże pomieszczenie magazynowe i pokój dla pracowników. Ponadto na tymże poziomie jest wybudowane pomieszczenie planetarium, którego kopuła ma też 5 m średnicy. Planowany jest zakup aparatury typowej dla małego planetarium.

W uroczystym otwarciu uczestniczyli przedstawiciele władz wojewódzkich i samorządowych. Do zebranych gości, głównie radnych miasta Kielce i członków sejmiku świętokrzyskiego, o pracy Instytutu Fizyki mówił jego dyrektor, a zarazem prorektor Akademii Świętokrzyskiej, prof. dr hab. Marek Pajek. Planu rozwoju uczelni przedstawił zebranym JM Rektor Akademii Świętokrzyskiej, prof. dr hab. Adam Massalski, który też wraz z wojewodą i prezydentami mia-

sta (poprzedniej i obecnej kadencji), dokonał przecięcia wstęgi. Pokazy Marsa i Księżyca spowodowały konieczność ustawnienia się w kolejkę uczestników otwarcia. Wielką atrakcją była prezentowana w sali planetarium kolekcja meteorytów zebrana przez świętokrzyskiego kolekcjonera, pana Krzysztofa Sochę, który z zapalem i znowstwem, charakterystycznym dla hobbisty, opowiadał o nich. Zebrani mogli też oglądać eksponowane w pomieszczeniach Obserwatorium obrazy i grafiki profesora AŚ Jana Walaska, którego twórczość jest inspirowana jego fascynacją astronomią i kosmologią. W dzień później odbył się wernisaż wystawy, w trakcie którego prof. Jan Walasek przeczytał także swoje wiersze wybrane z niedawno wydanego tomu poezji.

W czasie odbywających się w dniach 12-21 września IV Kielecki Festiwal Nauki, Obserwatorium przeszło chrzest bojowy. Pracownicy Zakładu Astrofizyki, wspomagani przez studentów z Naukowego Koła Astronomów „Kwazar” prowadzili pokazy nieba, w których uczestniczyło ponad 5 tys. osób.

Obserwatorium stało się bardzo popularnym i atrakcyjnym miejscem, którego zwiedzanie uświetnia spotkania nauczycieli i gdzie odbywać się będą promocje wydawnictw naukowych i oświatowych.

Obserwatorium i Planetarium Akademii Świętokrzyskiej powstało dzięki wysiłkowi władz uczelni. Całkowity koszt to około 600 tys. zł. Władze miasta, opierając się na uchwale Rady Miasta, obiecały dofinansowanie budowy. Sam teleskop został kupiony z dotacji celowej KBN, zaś jego wyposażenie z badań statutowych Instytutu Fizyki.

Celem społecznym placówki jest popularyzacja w społeczeństwie astronomii i wiedzy o Wszechświecie. Jest duże zainteresowanie szkół regionu.

Oczywiście placówka będzie też ważnym ogniwem edukacji studentów.

Plany naukowe obejmują astrometrię drobnych ciał Układu Słonecznego. Będziemy prowadzić pomiary po-

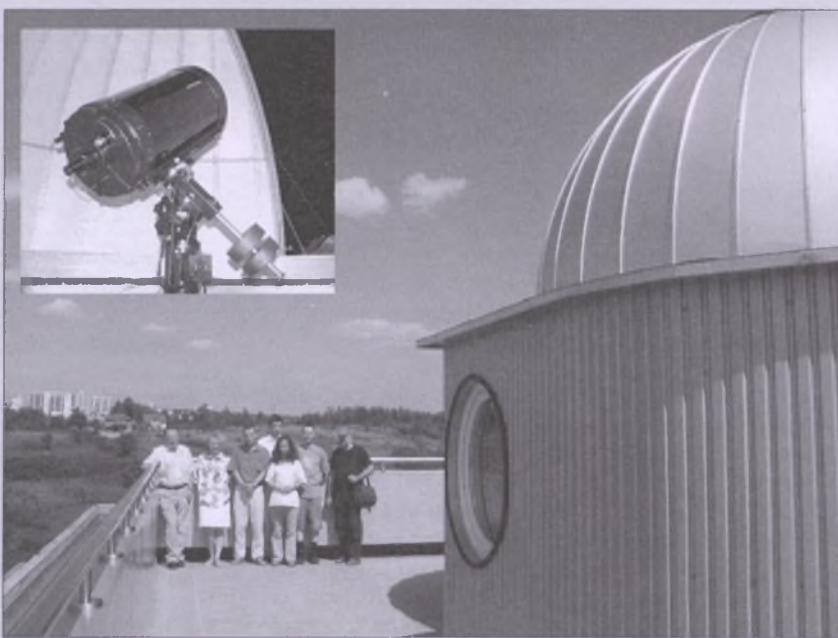


JM Rektor AŚ prof. dr hab. Adam Massalski dokonuje otwarcia Obserwatorium. Fot. Antoni Myśliwiec

zycji planetoid i komet. W zakresie badań fotometrycznych będą prowadzone obserwacje planetoid i komet oraz gwiazd zmiennych, ze szczególnym uwzględnieniem gwiazd zmiennych zaćmieniowych. Spodziewamy się uzyskiwać krzywe zmian blasku wybranych gwiazd zmiennych, co pozwoli na studiowanie własności tych układów, jak też minima gwiazd zmiennych w celu badania krzywych O-C. Ponadto, z fotometrii planetoid będziemy wyznaczać okresy rotacji tych ciał. Niewykluczone są też poszukiwania supernowych w innych galaktykach.

Piotr Flin

Na zdjęciu obok: pracownicy i sympatycy Zakładu Astrofizyki na tarasie Obserwatorium. Wyżej: teleskop w kopule. Fot. Antoni Myśliwiec



Zbieramy meteoryty... na niebie

Dnia 20 lutego br. o godz. 18:54 UT, Przemysław Żołądek z PKiM obserwował tele-skopowo meteory: *W pewnym momencie na prawym okularze lornetki pojawił się jakiś odblask i zaczął sobie wędrować wokół pola... oderwałem głowę od sprzętu, popatrzyłem w prawo a tam... wolny bolid o jasności ok. – 6 mag., o barwie najpierw niebiesko-zielonej, później niebieskiej i fioletowej. Bolid zaczął się gdzieś w okolicach Alheny, doleciał do głowy Hydry, no i co tu więcej... piękny był.* Całe zjawisko trwało niespełna 4 s i było obserwowane przez innych miłośników nieba w Poznaniu, Warszawie i okolicach oraz Kielcach.

W tym samym czasie w Stacji Obserwacyjnej Obserwatorium Astronomicznego UW w Ostrowiku były prowadzone obserwacje nie tylko za pomocą 60-cm Cassegraina. Patrolowany niebo także przeznaczone do obserwacji meteorów: 2 kamery przemysłowe oraz 4 aparaty fotograficzne. Tego wieczoru — obserwujący z Ostrowikiem bazowo — Karol Fietkiewicz wycelował swoje kamery o niespełna 6 min za późno. Natomiast Mirosław Krasnowski z Poznania szukał lepszego miejsca pod testy sprzętu. Inspekcja kaset wideo z Ostrowika wykazała brak zjawiska. Ostatnią nadzieję pozostały

Canony. Jeden z nich patrolował okolice gwiazdozbioru Bliźniąt, Oriona i Małego Psa. W trzy dni później dostaliśmy od Piotra Kędzierskiego — odpowiedzialnego za obserwacje fotograficzne w PKiM — informację: *Mamy go!*

Zdjęcie bolidu można zobaczyć w „Galerii Uranii” na s. III okł. Nad aparatami pracował shutter pozwalający na określenie prędkości zjawiska, dlatego trasa meteora na zdjęciu jest poprzecinana. Brak drugiej obserwacji — fotograficznej lub wideo — uniemożliwił nam samodzielnie wyznaczyć orbitę zjawiska. Nawiązaliśmy kontakt z Pavlem Spurnym z obserwatorium w Ondrejovie odpowiedzialnym za specjalistyczne stacje bolidowe na terenie Czech. Na początku marca otrzymaliśmy dobrą wiadomość. Odległość o 340 km od Ostrowika stacja na Lysej Horze nawiązała do naszej obserwacji.

Zarówno na zdjęciu z Ostrowika, jak i na tym z Lysej Hory zjawisko kończy się poza polem widzenia. Jego absolutna wielkość gwiazdowa rośnie od początkowej –3 mag. do –10 mag. na krańcu pola, natomiast prędkość mała od początkowej 13,4 km/s do 10,0 km/s na brzegu zdjęcia. **Istnieje zatem szansa, że bolid Łaskarzew — tak został nazwany — mógł dać spadek w postaci meteorytów o łącznej masie do 100 g!** Najbardziej prawdopodobne miejsce po-

tencjalnego spadku dane są przez współrzędne geograficzne: 21°38'46" E, 51°54'34" N i znajduje się na południe od miejscowości Puznów Nowy koło Garwolina. Pozycja ta obarczona jest błędem do kilkunastu kilometrów, ze względu na brak rejestracji końca trasy przelotu bolidu. Obliczenia zostały wykonane przez Pavla Spurnego, któremu przekazaliśmy nasze obserwacje.

Wydarzenia te zbiegły się w czasie z powstaniem założka polskiej sieci bolidowej. Dziś oparta jest ona o stacje wideo: Warszawa/Ostrowik (grupa osób), Złotokłos (Karol Fietkiewicz) i Poznań (Mirosław Krasnowski). Dotakowo są wspomagane przez stacje fotograficzne: Nowy Dwór Mazowiecki (Przemysław Żołądek), Żabików (Dariusz Dorosz i Anna Lemiecha), Olsztyn (Piotr Szatkowski) oraz Opole (Dariusz Czyżyk). W zaawansowanych planach są stacje wideo: Zielona Góra (Szymon Kozłowski), Toruń (grupa osób) oraz Wrocław (Polskie Towarzystwo Meteorytowe). Wszystkich zainteresowanych zapraszamy do współpracy w ramach polskiej sieci bolidowej. Kontakt z nami pod adresem e-mail: pkim@pkim.org. Liczne informacje dotyczące obserwacji meteorów (także fotograficznie i wideo) można znaleźć na stronach Pracowni Komet i Meteorów: <http://www.pkim.org>.

Kamil Złoczewski

NGC 1232

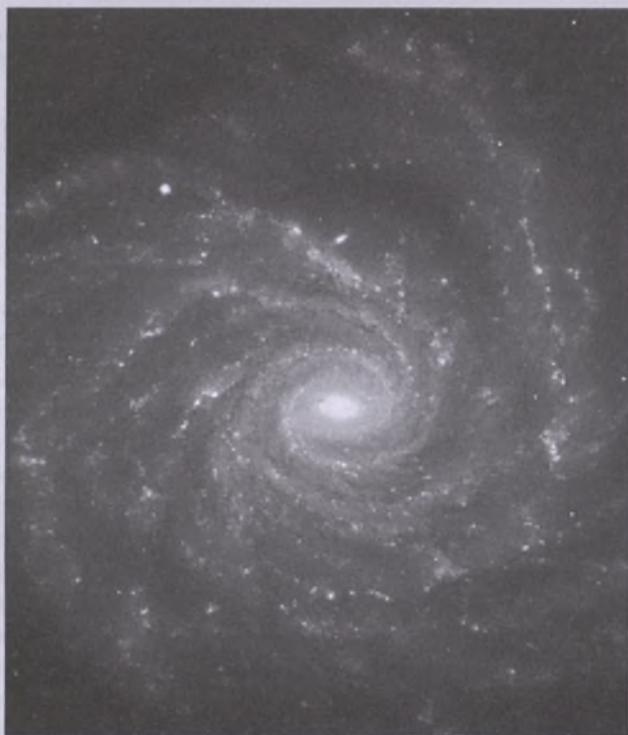
α (J2000)	03 ^h 09,8 ^m
δ (J2000)	-20° 35'
Gwiazdozbiór	Erydan
Typ	Galaktyka SAB
Jasność fotograficzna	10,5
Jasność wizualna	9,8
Rozmiar	8' × 7'
Odległość	21,5 Mpc
Prędkość radialna	+1692 km/s

Galaktyka spiralna NGC 1232 należy do wyjątkowo efektownych obiektów zimowego nieba, chociaż by podziwiać piękno jej ramion spiralnych, trzeba dysponować co najmniej 60-cm teleskopem. Wspaniałe zdjęcia tej galaktyki zostały wykonane w 2001 r. przez moduł Antu teleskopu VLT w Chile. Prawdopodobnie została odkryta przez Williama Herschela i oznacona przez niego jako II.258. W katalogu Dreyera została opisana następująco: „dość jasna, znaczaco rozlegla, okrąglą, stopniowo jaśniejącą do środka”. Z uwagi na sporą jasność całkowitą, aby ją zobaczyć w pogodną noc, powinien wystarczyć teleskop o średnicy około 10-15 cm. Jest dość trudna do obserwacji na podmiejskim niebie.

Galaktyka wygląda jak jeden olbrzymi wir ze względu na wielką liczbę ciasno nawiniętych ramion spiralnych, które tworzą wokół jądra galaktyki coś na kształt olbrzymiego pierścienia. Dysk galaktyki jest nachylony pod niewielkim kątem do kierunku widzenia — mniejszym niż 30 stopni — a jego rozmiary przewyższają dwa razy rozmiary dysku Drogi Mlecznej! Galaktyka posiada wyraźną poprzeczkę. Pomiędzy ramionami spiralnymi widać ogromną ilość pasm pyłu. Wewnętrzne ramiona charakteryzuje bardzo intensywna aktywność gwiazdotwórcza, której widomym znakiem jest wielka ilość jasnych, niebieskich gwiazd. NGC 1232 jest od kilkunastu lat badana w celu ustalenia dokładnej zależności dyspersji prędkości neutralnego wodoru w zależności od odległości od jądra. Jest to istotne dla określenia masy galaktyki i wkła-

du ciemnej materii. Z analizy dynamiki neutralnego wodoru wynika, że masa galaktyki wynosi około 430 mld mas Słońca, a udział niewidocznej masy — ciemnej materii — jest w niej znaczący.

NGC 1232 posiada niewielkiego towarzysza NGC 1232a, który prawdopodobnie jest odpowiedzialny za brak symetrii nawiniętych ramion spiralnych. Jest to wynikiem oddziaływanie pływowe, jakie miało miejsce w czasie jego bliskiego przejścia koło NGC 1232.



NGC 1245

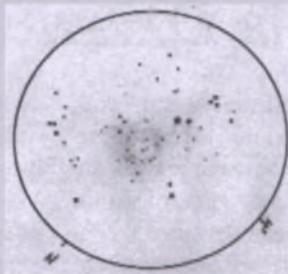
α (J2000)	03 ^h , 14,7 ^m
δ (J2000)	47° 15'
Gwiazdozbiór	Perseusz
Typ	Gromada otwarta
Jasność fotograficzna	9,2
Jasność wizualna	8,4
Rozmiar	15'
Odległość	3 kpc
Prędkość radialna	—

Ta gromada otwarta została opatrzona przez Williama Herschela numerem VI.25. W katalogu Dreyera jej opis wygląda następująco: „gromada, dosyć jasna, bogata w gwiazdy, okrąglą, gwiazdy w granicach 12-15 mag”. Pomimo sporej jasności wizualnej jest dość trudnym obiektem do zaobserwowania przez teleskop o średnicy mniejszej niż 12-cm, szczególnie na podmiejskim niebie. Dopiero przy ciemnym niebie i teleskopie 25-30 cm można podziwiać piękno tej licznej gromady. Zawiera prawie 100 członków, przy czym około 30 z nich mieści się w granicach 11-13 wielkości gwiazdowej. Posiada

dość nieregularny kształt. Przy obserwacjach wizualnych rzuca się w oczy poświata widoczna w środkowej części gromady oraz jasna, niebieska gwiazda leżąca tuż za gromadą na jej południowym skraju — HD 20023.



NGC 1245 należy do tzw. gromad otwartych pośrednich, których wiek jest znacznie większy niż typowych młodych niebieskich gromad. Widać to wyraźnie na zdjęciach, gdzie wiele gwiazd wchodzących w skład tej gromady ma bardzo czerwone kolory. Jej wiek określany jest na około 1 mld lat. Z tego też względu jest ona dość intensywnie badana, gdyż może to pomóc ustalić przebieg aktywności gwiazdotwórczej w naszej Galaktyce w ciągu ostatnich kilku miliardów lat. Ciekawostką jest fakt, że gwiazdy tej gromady posiadają wyjątkowo wysoką metaliczność, większą niż Słońce. Jest to jedna z trzech takich znanych gromad otwartych w naszej Galaktyce.



Rysunek wykonany przez Billa Ferrisa przy powiększeniu ×129

NGC 1275

α (J2000)	03 ^h , 19,8 ^m
δ (J2000)	+41° 31'
Gwiazdozbiór	Perseusz
Typ	Galaktyka eliptyczna
Jasność fotograficzna	11,6
Jasność wizualna	2,6 × 2'
Rozmiar	72 Mpc
Odgległość	+5246 km/s
Pędkość radialna	

NGC 1275 to olbrzymia galaktyka eliptyczna będąca jedną z najbardziej intrigujących bliskich galaktyk. Jest główną galaktyką licznej gromady galaktyk w Perseuszu — Abell 426. Została odkryta (jakże by inaczej) przez Williama Herschela 17 października 1786 r. Opis galaktyki w katalogu Dreyera jest skąpy: „mała i słaba”. Żeby ją zobaczyć, trzeba dysponować 15/20-cm teleskopem. Dysponując aperturą 40 cm i ciemnym niebem, możemy zidentyfikować kilka członków gromady Abell 426, przy czym NGC 1275 wyróżnia się wśród nich znacznie większą jasnością i obecnością bardzo rozległej otoczki wokół swego rozmytego jądra.

Galaktyka znajduje się w centrum gromady galaktyk i z poziomu przypomina na zdjęciach wykonanych z małą rozdzielcością zwykłą galaktykę eliptyczną. W 1943 r. Seyfert odkrył pochodzące z niej silne linie emisyjne odpowiadające dwóm prędkościom +8000 km/s i 5200 km/s. Z tego powodu zaliczył ją do nowo wydzielonej przez niego klasy galaktyk osobliwych z liniami emisyjnymi pochodząymi z jądra — galaktyk Seyferta. Później okazało się, że jest ona również silnym radioźródłem (oznaczono ją jako Perseusz A = 3c 84), z którego jądra można obserwować dżet, a także silnym źródłem promieniowania rentgenowskiego. Z uwagi na te cechy zaliczono ją w końcu do galaktyk posiadających aktywne jądra, czyli AGN-ów czy nawet obiektów typu BL Lac! W latach 60. ubiegłego wieku odkryto zadziwiające rozległe emisyjne struktury wybiegające z centrum tej galaktyki. Do dzisiaj nie jest jasne ich pochodzenie. Proponowano, że są to wypływy materii związane z wybuchową aktywnością jądra lub też opadaniem schłodzonej materii znajdującej się w pobliskich galaktykach, albo nawet będące wynikiem zderzeń między galaktykami. Obserwacje wykonane w latach 90. m.in. z pomocą teleskopu Hubble'a pozwoliły ustalić, że jedną z przyczyn osobliwości tej galaktyki jest fakt, że widzimy ją właśnie w fazie zderzenia z rozległą galaktyką spiralną, która ustawiona jest do nas krawędzią i znajduje się pomiędzy nami a NGC 1275.

Pomimo że na zdjęciach galaktyka ta posiada dość czerwony kolor typowy dla galaktyk eliptycznych, w swej części centralnej ma wyraźnie bardziej niebieskie kolory, liczne masywne i młode gromady gwiazd występujące w pobliżu jądra (w tym gromady kuliste!), wewnętrzną spiralopodobną strukturę. Nie jest ustalone, czy jest jakiś związek pomiędzy tajemniczymi strukturami emisyjnymi a silną aktywnością gwiazdotwórczą. Można śmiało powiedzieć, że w tej galaktyce możemy obserwować niemal wszystkie znane obecnie formy aktywności. Jako wyjaśnienie jej osobliwych cech najczęściej podaje się możliwość, że w niedalekiej przeszłości przeżyła złączenie z inną galaktyką. Na zakończenie warto dodać, że w 1968 r. zaobserwowano w tej galaktyce supernowę, która osiągnęła 15,5 mag.

Dariusz Graczyk



Fot. HST/NASA

Aniela Dziewulska-Łosiowa (1916-2004)

Panią Anielę Dziewulską poznaliśmy w grudniu 1955 r., gdy po powrocie z zesłania zjawiła się w Obserwatorium Astronomicznym w Warszawie u swego dawnego wileńskiego kolegi, profesora Włodzimierza Zonna. Pierwszy raz w życiu widzieliśmy kogoś, kto wrócił z Syberii. Pamiętamy Jej wymizerowaną twarz, szczupłą sylwetkę i Jej ogólną wolę powrotu do normalnego życia, do pracy naukowej. Była dla nas żywym symbolem historii, o której tak mało wtedy wiedzieliśmy.

Urodzona w Krakowie 20 czerwca 1916 r., Aniela Dziewulska lata młodości spędziła w Wilnie, gdzie Jej Ojciec, profesor Władysław Dziewulski był rektorem Uniwersytetu Stefana Batorego, oraz dyrektorem Obserwatorium Astronomicznego USB. Studiowała na Wydziale Matematyczno-Przyrodniczym USB, uzyskując we wrześniu 1939 r. stopień magistra astronomii — było to ostatnie przed wojną magisterium z astronomii w Polsce. Już wcześniej, 1 października 1938 r. obejmuje stanowisko asystenta przy katedrze astronomii USB, na którym pracuje aż do zamknięcia Uniwersytetu i Obserwatorium przez okupacyjne władze litewskie.

Podczas wojny Aniela Dziewulska uczestniczy aktywnie w tajnym nauczaniu. Od jesieni 1942 r., już jako żołnierz Armii Krajowej (pseudonim „Krystyna”), włącza się w działalność konspiracyjną i pełni w niej ważne, odpowiedzialne funkcje. Była kierownikiem sekretariatu ppłk Lubosława Krzeszowskiego („Ludwik”) — szefa sztabu Okręgu Wileńskiego AK, oraz szefem łączności wewnętrznej Okręgu. W tym charakterze wzięła udział w Operacji „Ostra Brama”. Wcześniej, w ramach przygotowań do tej operacji i tego, co po niej miało nastąpić, Komendant Okręgu Wileńskiego AK płk Aleksander Krzyżanowski — generał „Wilk” — powołał ściśle zakonspirowaną Organizację „NIE”. Jej komendantem został ppłk Krzeszowski — „Ludwik”, a jednym z członków jego ściślego sztabu — Aniela Dziewulska — „Krystyna”. Radość z wyzwolenia Wilna była krótka. Ppłk „Lu-

dwik”, wraz z wieloma innymi oficerami Komendy Okręgu, został aresztowany przez NKWD już w połowie lipca 1944 r. „Krystynie” udawało się dość dugo uniknąć dekonspiracji i aresztowania. Przechodzi pod komendę nowego szefa sztabu Okręgu mjra Stanisława Heilmanna („Wileński”), odtwarza siatkę łączności, nawiązuje kontakty z uwiezionymi przez NKWD żołnierzami i oficerami AK. Aresztowana 17 października 1944 r., działa konspiracyjnie również w więzieniu śledczym NKWD. To dzięki Niej przebywający jeszcze w tym więzieniu generał „Wilk” uzyskuje ostatnie informacje o sytuacji w mieście i w Komendzie Okręgu. Po długotrwałym śledztwie, 29 sierpnia 1945 r. Aniela Dziewulska „Krystyna” zostaje skazana na 10 lat łagrów i dalsze 5 lat zesłania.

Powróciła z Syberii 1 grudnia 1955 r., już nie do Wilna, ale do Torunia i do Obserwatorium Astronomicznego UMK w Piwnicach, gdzie pod opieką Rodziców i przyjaciół-astronomów adaptowała się do nowego życia i przygotowywała do podjęcia na nowo pracy naukowej. Jesienią 1956 r. podejmuje pracę w Państwowym Instytucie Hydrologiczno-Meteorologicznym w Warszawie. W tym czasie poznaje swego przyszłego męża, Leona Łosia, również żołnierza AK (ppor. „Agrest”; z-ca szefa BIP-u Okręgu Białostockiego AK) i byłego łagiernika, który w latach późniejszych stał się znany jako zasłużony Dyrektor Biura Wydawnictw PAN, a także jako autor wspomnień *Drugi brzeg Oki* (wydanych przez *Edizioni Spotkania*).

1 października 1959 r. Pani Aniela podejmuje pracę w Instytucie Geofizyki PAN. To tam właśnie miałam szczęście spotkać się z Nią ponownie i pracować z Nią, aż do emerytury, w Zakładzie Fizyki Atmosfery. Była osobą niezwykłą — wymagająca od siebie i od innych, zdyscyplinowana i oddana bez reszty temu, czym się zajmo-

wała. Po doktoracie, w 1968 r., zostaje adiunktem, a w roku 1974 — docentem, obejmując kierownictwo Zakładu. Na emeryturę przechodzi w 1981 r., ale nadal pracuje w tym Zakładzie aż do września 1990 r. Jej wielką załugą było stworzenie w Obserwatorium Geofizycznym w Belsku stacji pomiarów ozonu atmosferycznego, która od 1963 r. działa nieprzerwanie aż do chwili obecnej. W maju ub.r. obchodziliśmy 40-lecie serii rejestracji ozonu, co stanowi swoisty rekord światowy w tego typu pomiarach. Wyniki uzyskiwane w Belsku cieszą się zasłużonym uznaniem wśród fizyków atmosfery.

Drugim nurtem aktywności Anieli Dziewulskiej-Łosiowej była działalność historyczno-pamiętnikarska. Swoje wspomnienia z lat wojny i lat zesłania zawiązała w dwu książkach (wydanych

przez Oddział Białostocki Towarzystwa Literackiego im. Adama Mickiewicza), poświęconych losom kobiet — żołnierzy AK, aresztowanych przez NKWD i zesłanych na Syberię. Jedna z tych książek — *Mówią, o Panie, żeś nas upokorzył...* — zawiera m.in. ok. 1200 nazwisk polskich sybiraczek — materiał o trudnej do przecenienia wartości dla

przyszłych historyków. Była też, w ostatnich latach Jej życia, aktywnym członkiem Światowego Związku Żołnierzy AK, Stowarzyszenia Łagierników — Żołnierzy AK, oraz Klubu Historycznego im. Gen. Stefana Grota-Roweckiego.

Za zasługi w pracy konspiracyjnej Aniela Dziewulska-Łosiowa — „Krystyna” została odznaczona Krzyżem Walecznych, Srebrnym Krzyżem Zasługi z Mieczami, Krzyżem Armii Krajowej oraz Medalem Wojska Polskiego.

W ostatnich latach naszej wspólnej pracy w Instytucie Geofizyki PAN dzieliłyśmy z Panią Anielą jedną pracownię. Dowiedziałam się wtedy bardzo wiele o Jej latach syberyjskich. Później, gdy pewnego roku podróżowałam kolejną transsyberyjską z Moskwą do Pekinu,



miałam okazję zobaczyć jedno z miejsc Jej zesłania oraz prowadzące w tajge tory kolejowe, które Ona budowała wraz ze swymi kolegami łagiernikami... Pani Aniela kochała kontakt z przyrodą, kochała kwiaty. Opowiadała mi, że usiłowała je hodować nawet tam — na „nie-ludzkiej ziemi”... Jak wspomina prof. Andrzej Woszczyk, pani Aniela „przywiózła ze sobą szyszkę sosny syberyjskiej, z której nasion wyrosła w Obserwatorium w Piwnicach dorodna sosna, swoisty pomnik naszej historii”.

Do końca życia Pani Aniela kochała i wspominała Wilno. Ilekroć zdarzyło nam się tam pojechać, to po powrocie opowiadaliśmy Jej o tym, jak wygląda dziś „Miłe Miasto”. Zawsze prosiła, by będąc tam odwiedzić groby Jej bliskich

na cmentarzu na Rossie; jest tam pochowany m.in. Jej stryj — prof. fizyki USB Wacław Dziewulski. Tak się złożyło, że moja ostatnia z Nią rozmowa dotyczyła również grobów — grobów Jej Rodziców, znajdujących się na jednym z cmentarzy w Toruniu. Gdy po powrocie z zeszłorocznego Zjazdu PTA opowiadałam Jej o tym, jak pięknie są one zadbane, westchnęła, że już nie ma siły na podróże...

Aniela Dziewulska-Łosiowa zmarła w Warszawie 10 stycznia 2004 r. Jej pogrzeb, 29 stycznia 2004 r., na Cmentarzu Wojskowym na Powązkach, zgromadził liczne grono przyjaciół, współpracowników oraz towarzyszy broni. Była kompanią honorową Wojska Polskiego, były sztandary kilku okręgów

Armii Krajowej, Światowego Związku Żołnierzy AK oraz Stowarzyszenia Łagierników — Żołnierzy AK. Żegnaly Ją przemówienia, salwa honorowa oraz dźwięki żołnierskiej trąbki...

Żadna sucha biografia nie jest w stanie oddać w pełni pięknych cech Jej charakteru i wielkości Jej dokonań. Należała Ona do tego wspaniałego, pierwszego pokolenia młodych ludzi wychowanych w Wolnej Polsce w duchu ideałów pracy i służby Ojczyźnie, którzy ideałom tym pozostali wierni przez całe życie.

Aniela Dziewulska-Łosiowa — „Krystyna” dobrze zasłużyła się nauce i Polsce.

*Anna Michałowska-Smak
Józef Smak*

w kraju

XX Seminariu PKiM

W dniach 5-8 marca w Warszawie odbyło się kolejne, XX już Seminariu Pracowni Komet i Meteorów, w którym wzięło udział 43 uczestników.

Piątkowy wieczór 5 marca był przeznaczony głównie na dojazd i zakwaterowanie w Centrum Astronomicznym im. Mikołaja Kopernika, które było naszym gospodarzem; udało się jednak również zorganizować pokaz na tarasie budynku przy użyciu CAMKowskiego teleskopu Celestron Nexstar 8 GPS, przez który można było podziwiać m.in. Saturna.

W sobotę Kamil Złoczewski — prezes PKiM — oficjalnie otworzył Seminarium, zapraszając do wysłuchania wykładów zaproszonych gości. Pierwszym z nich był prof. Janusz Kałużny, który bardzo ciekawie i barwnie opowiadał o największych ziemskich teleskopach i prowadzonych przez siebie w Chile obserwacjach. Później prof. Józef Smak mówił o zmiennej oznaczeniu AM, znajdującej się w gwiazdozbiorze Psów Gończych. Następnie o Near Earth Objects, czyli małych ciałach Układu Słonecznego potencjalnie zagrożających Ziemią opowiedział mgr Szymon Starczewski.

Kolejna, popołudniowa sesja wykła-

dowa była w zasadzie w całości poświęcona tematowi przewodniemu XX Seminariu, którym były obserwacje meteorów przy użyciu technik wideo. I tak Kamil Złoczewski zaprezentował, dokonaną razem z Przemysławem Żołędziakiem, analizę wyników obserwacji kilku słabych rojów, uzyskanych dzięki międzynarodowej sieci meteorowej AKM i programowi RADIANT. Następnie mgr Mariusz Wiśniewski opowiedział o możliwościach PAVO, czyli Polskich Automatycznych Video Obserwacji i przedstawił ich rewelacyjne wyniki dla Leonidów 2002 i 2003. Teorię bazowych obserwacji meteorów, jak również ich rezultaty, uzyskane przez PKiM (pierwszy w historii Pracowni meteor bazowy), omówił Krzysztof Mularczyk.

Po krótkiej przerwie Piotr Nawalkowski, szef licznie reprezentowanego na Seminarium klubu Polaris, przedstawił projekt stacji meteorologicznej ASTROMETEO.

Następnie zostały wygłoszone jeszcze dwa referaty: najpierw wystąpił dr Stanisław Ciechanowicz, jeden z przybytych na Seminarium przedstawicieli Polskiego Towarzystwa Meteorytowego, potem dr Arkadiusz Olech omówił europejską sieć bolidową (ze szczególnym uwzględnieniem wcześniej działających sieci czeskiej i niemieckiej), zwracając uwagę na brak polskich dokonań w tej dziedzinie. Oba referaty były wstępem do późniejszej wieczornej dyskusji, dotyczącej właśnie organizacji i kształtu sieci bolidowej, która powoli powstaje na terenie kraju. Rozmo-

Dokończenie na s. 135.



Nocny pokaz w CAMK-u

Diagram H-R w nauczaniu przedmiotu fizyka i astronomia

Jeśli badamy liczną klasę obiektów, o których wiemy niewiele, bardzo często osiągamy sukces (lub przynajmniej znajdujemy drogę do sukcesu), wprowadzając rozsądną systematykę. Przykłady takiego postępowania mamy w wielu naukach przyrodniczych. Wymieńmy dla przykładu układ okresowy pierwiastków Mendelejewa w chemii, klasyfikację Linneusza w naukach biologicznych czy klasy krystalograficzne w mineralogii. Jest rzeczą dość oczywistą, że wprowadzenie systematyki może dać wymierne korzyści, gdy jej podstawą będą istotne cechy badanych obiektów.

Jedną z pierwszych systematyk wprowadzonych przez astronomów była systematyka (klasyfikacja) gwiazd zapoczątkowana przez E. Hertzsprunga i H. N. Russela (niezależnie) w latach 1905-1913. Powszechnie znaną wizualizacją tej systematyki jest wykres Hertzsprunga-Russella, nazywany dziś krótko diagramem H-R. Systematyka wprowadzona w naukach biologicznych wskazała właściwe podejście do zagadnień pochodzenia i ewolucji życia na Ziemi, podobnie diagram H-R umożliwił astronomom zbliżenie się do rozwiązania zagadnienia powstawania gwiazd i ich ewolucji.

Musimy tu stwierdzić, że astronomowie mieli (w pewnym sensie) ułatwione zadanie. Zauważmy, że właściwie jedynymi danymi o stanie fizycznym gwiazd, jakimi dysponowali (i to nie zawsze) Hertzsprung i Russel, były typ widmowy i jasność absolutna (moc promieniowania). Dla ściśności dodajmy, że mieli też dane o położeniu gwiazdy na sferze niebieskiej i (niekiedy) o jej ruchu. Są one dla naszych rozważań mniej istotne i (przynajmniej początkowo) nie zwracano na nie należejcej uwagi [1].

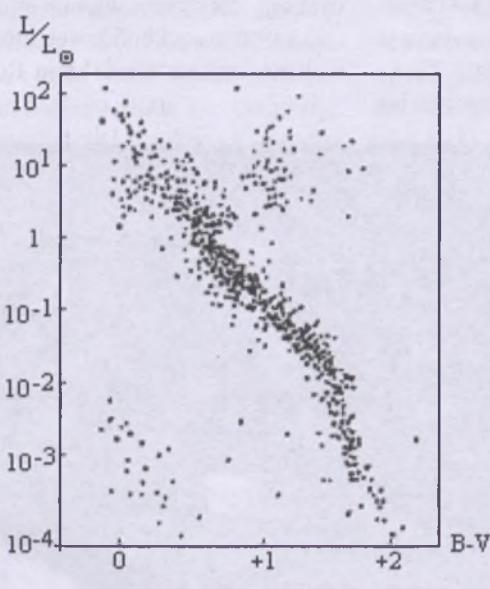
Typ widmowy jest, przynajmniej w przybliżeniu, jednoznaczną funkcją temperatury fotosfery gwiazdy. I tu mała

dygresja. Prawie wszystkie podręczniki fizyki (w tym fizyki z astronomią) stwierdzają kategorycznie: Każdy pierwiastek ma swoje charakterystyczne widmo, badając widma różnych substancji możemy więc określić ich skład chemiczny. Jest to oczywiście prawda, ale niecałą prawdą. Często kilkadziesiąt stron dalej uczeń dowiaduje się, że gwiazdy mają prawie identyczny skład chemiczny, ale ich widma różnią się znacznie. Tymczasem wyjaśnienie jest dość proste i przekonujące [2], [3]. A moim zdaniem najlepsze w [4].

Podejmując próby systematyki, Hertzsprung i Russel dysponowali dużą ilością opracowanych danych obserwacyjnych. Już w 1886 r. E.C. Pickering zainicjował w Obserwatorium Harwardzkim przegląd widm jasnych gwiazd nieba północnego. W 1890 r. został opublikowany katalog Drapera widm gwiazdowych zawierający 10 351 widm gwiazd o jasnościach do 8^m [5]. Po kilkunastu latach w katalogu znalazło się ponad 300 000 widm. Przy okazji warto zauważyć, że prawie cała olbrzymia praca została wykonana przez jedną osobę, panią A.J. Cannon. Sklasyfikowała ona widma prawie 400 000 gwiazd. Widma były otrzymywane przy pomocy niewielkiego, 20 cm astrografo zaopatrzonego w pryzmat obiektywowy. Właśnie ten astrograf, zwany astrografenem Drapera, znajduje się dziś w Obserwatorium Astronomicznym UMK w Piwnicach pod Toruniem. Został on wypożyczony w 1947 r. na 99 lat przez prof. H. Shapleya, ówczesnego dyrektora Harvard College Observatory. Prof. Shapley, odwiedzając Piwnice w 1964 r., miał powiedzieć: „Po pierwszej wojnie światowej pozyczyłem 20 cm astrograf obserwatorium krakowskemu, po drugiej taki sam obserwatorium toruńskiemu. Trzeciej wojny nie będzie, bo nie mamy więcej takich astrografów.” Oby był dobrym prorokiem!

Początkowa klasyfikacja dzieliła gwiazdy na 16 klas oznaczonych literami od A do Q (za wyjątkiem J). Jednak już na początku wieku został ustalony dobrze do dziś znany ciąg typów O, B, A, F, G, K i M (*O, Be A Fine Girl, Kiss Me*). W tej ostatniej postaci ciąg typów jest ciągiem temperaturowym (od temperatur najwyższych do najniższych). W ostatnich latach dołączono jeszcze dwa typy, L i T. Odnoszą się one do brązowych karłów o temperaturach powierzchniowych nawet 1000 K [5]. W pewnym okresie wyróżniano też podtypy N, R i S dla stosunkowo rzadkich typów gwiazd. Wewnątrz danego typu widmowego wyróżnia się dodatkowo podtypy oznaczone cyframi 0, 1, 2, ..., 9. Np. K0, K1, K2, ..., K9, M0. Słońce jest w tej klasyfikacji typu widmowego G2. W katalogach spotykamy też często dodatkowe oznaczenia literowe występujące przed lub po określeniu typu widmowego, np. A8n, gB3 itp. Informują one m. in. o rozmyciu linii widmowych (n), obecności linii emisjnych (e), zmienności widma (v).

Znacznie trudniejszy do uzyskania był drugi parametr klasyfikacji — jasność absolutna. R. Russel zajmował się fotometrycznym wyznaczaniem paralaks gwiazd i na tej podsta-



Rys. 1

wie ich jasności absolutnej. H. Hertzsprung stosował metodę statystyczną, wykorzystując ruchy własne gwiazd. Założeniem metody było (w uproszczeniu): im mniejszy ruch własny, tym większa odległość.

Po naniesieniu na wykres, w którym współrzędnymi są jasność absolutna i typ widmowy dostatecznie dużej liczby gwiazd, nie rozkładają się one na płaszczyźnie zupełnie chaotycznie, a grupują w ściśle określonych miejscach (rys. 1). Najwięcej z nich leży na przekątnej; zgrupowane tu gwiazdy noszą nazwę gwiazd ciągu głównego. Jednym z testów poprawności wykresu były gwiazdy należące do określonych gromad. Dla tych gwiazd można z dobrą dokładnością założyć jednakową odległość i jeden z parametrów, jasność absolutną, zastąpić jasnością widową. Jak wiadomo, dla stałej odległości jasność absolutna różni się od widomej jedynie o stałą addytywną ($M = m + [5 - 5 \log r]$).

Inną systematykę, zwaną zależnością masa — jasność przedstawił w 1924 r. A.S. Eddington (rys. 2). Jak pokażemy niżej, między obu systematykami istnieje dość ścisły związek.

Przedstawiliśmy tutaj (w dużym skrócie) historię „odkrycia” diagramu H-R. Jest ona prawie zawsze podstawą dydaktycznego opracowania tematu.

Istnieje też inna możliwość, być może warta wykorzystania w niektórych typach klas (o nachyleniu matematycznym). Jest rzeczą bardzo prawdopodobną, że z dwóch identycznych obłoków gazu, jeśli dojdzie do ich kontrakcji, powstaną identyczne gwiazdy*. Identyczność obłoków to identyczność mas i ich składu chemicznego. Inaczej mówiąc, wszystkie parametry gwiazdy będącej w stanie równowagi zależą tylko od jej masy M i składu chemicznego określonego w przybliżeniu, np. przez średnią masę cząsteczkową materii gwiazdy μ . Zatem możemy napisać, że m.in. jasność absolutna M i typ widmowy Sp są funkcjami masy gwiazdy M i składu chemicznego μ .

$$\begin{aligned} M &= f(M, \mu), \\ Sp &= g(M, \mu). \end{aligned} \quad (1)$$

Jeśli rozpatrywane przez nas gwiazdy mają jednakowy skład chemiczny

$$\begin{aligned} M &= h(M), \\ Sp &= k(M). \end{aligned} \quad (2)$$

Eliminując z powyższych równań masę, mamy ostatecznie

$$M = f^*(Sp). \quad (3)$$

Jeśli poprawny jest ostatni zapis, gwiazdy o jednakowym składzie chemicznym powinny na wykresie ułożyć się wzdłuż pewnej krzywej. Sprawdzeniem tej hipotezy może być jedynie porównanie z wykresem wykonanym na podstawie danych z obserwacji. Jak wiemy, porównanie wypadło w pełni zadawalająco.

Występowanie na wykresie gwiazd poza ciągiem głównym może świadczyć o tym, że mają one inny skład chemiczny (głównie ich jądra) lub też, że nie są w nich spełnione warunki równowagi [6].

* Jest to oczywiście twierdzenie Vogta-Russela. Mimo iż jego prawdziwość bywa kwestionowana, sądzę, że w tym zakresie możemy się nim posłużyć.

Tabela 1. Niektóre parametry gwiazd w funkcji typu widmowego

Typ widmowy	T_{ef}	M_v	M/M_{\odot}	R/R_{\odot}
O5	44 500	-5,7	60	12
B0	30 000	-4	17	7,4
B5	15 400	-1,2	5,9	5,9
A0	9 500	0,6	2,9	2,4
A5	8 200	1,9	2,0	1,7
F0	7 200	2,7	1,6	1,5
F5	6 450	3,8	1,3	1,3
G0	6 050	4,4	1,05	1,04
G5	5 750	5,1	0,9	0,85
K0	5 250	5,9	0,8	0,72
K5	4 350	7,4	0,7	0,72
M0	3 850	8,8	0,5	0,6

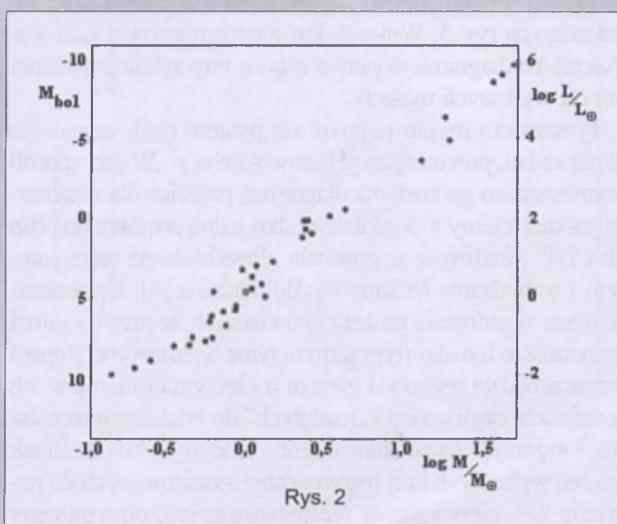
Parametry gwiazd w tej tabeli odpowiadają gwiazdom ciągu głównego. Dla innych klas jasności są one nieco inne. Autorzy wielu podręczników nie zwracają na to uwagi.

Zauważmy teraz, że pierwsze z równań (2) jest zależnością masy — jasność Eddingtona. Często jasność absolutną wyrażamy przez L/L_{\odot} , wówczas [2]:

$$L/L_{\odot} \sim M^{\beta} \quad \beta = 3,4 - 4$$

Temperatury fotosfer gwiazdowych [4] możemy określić nie tylko przez zakwalifikowanie ich do określonego typu widmowego (tab. 1). Bardzo często spotykamy diagramy H-R, w których zamiast typu widmowego występuje wskaźnik barwy (CI — colour index). Zatem jest konieczne wyjaśnienie, czym jest wskaźnik barwy i dlaczego określa on temperaturę fotosfery gwiazdy.

Istnieje wiele systemów fotometrycznych. Dla naszych celów wystarczy krótka wzmianka o systemie UBV. Krzywe czułości w systemie UBV przedstawia rysunek 3. Wykreślmy krzywe rozkładu energii (krzywe Plancka) dla trzech gwiazd o różnych temperaturach powierzchniowych (rys. 4). Okazuje się, że do określenia temperatury wystarcza wyznanie jasności gwiazdy dla dwóch filtrów: niebieskiego (B)



i żółtozielonego (V, visual). Jak widać z rysunku, wskaźnik barwy dla gwiazd najgorętszych będzie liczbą ujemną, dla najchłodniejszych — dodatnią. Wartość 0 otrzymujemy dla gwiazd typu widmowego A0. Założyliśmy tu, że gwiazdy promienią jak ciała doskonale czarne. W rzeczywistości krzywe Plancka dla gwiazd nie są tak „gładkie”, nie zmienia to jednak ogólności naszych rozważań. Warto teraz przedstawić uczniom diagram H-R uwzględniający wszystkie spotykane współrzędne (rys. 5). Dobra jest wykonać ten rysunek jako fazogram (zestaw nakładanych na siebie folii). Na pierwszej będą współrzędne i ciąg główny, na drugiej wybrane gwiazdy. Na trzeciej zaznaczone obszary zajmowane przez nadolbrzymy, olbrzymy, podolbrzymy i białe karły. Na czwartej linie jednakowego promienia i ew. linie jednakowej masy. Kolejne folie mogą przedstawiać drogi ewolucyjne gwiazd, które mamy zamiar omawiać. W zależności od potrzeby możemy rzutować na ekran dowolną kombinację dwóch — trzech folii. A także wracać w miarę potrzeby do omawianego wcześniejszej rysunku.

Zwracamy uwagę, że posuwając się w górę ciągu głównego, zgodnie z zależnością masy — jasność napotykamy gwiazdy o coraz większej masie.

Zauważmy teraz, że zgodnie z prawem Stefana-Boltzmana dla dowolnej gwiazdy możemy napisać

$$L = 4\pi R^2 s T^4$$

oraz dla Słońca

$$L_O = 4\pi R_O^2 \sigma T_O^4$$

co po podzieleniu stronami daje

$$\frac{L}{L_O} = \left(\frac{R}{R_O} \right)^2 \left(\frac{T}{T_O} \right)^4$$

i po logarytmowaniu

$$\log \frac{L}{L_O} = 4 \log \frac{T}{T_O} + 2 \log \frac{R}{R_O}, \text{ lub}$$

$$\log \frac{L}{L_O} = 4 \log T + (2 \log \frac{R}{R_O} - 4 \log T_O)$$

dla ustalonej wartości R/R_O jest to równanie typu

$$y = 4x + b.$$

W układzie współrzędnych $\log L/L_O$, $\log T$ jest to równanie prostej. Proste odpowiadające kilku stosunkom R/R_O zaznaczono na rys. 5. Wniosek jest natychmiastowy: jeśli wędrujemy po diagramie w prawo w góre, napotykamy gwiazdy o coraz większych masach.

Tymczasem mogło pojawić się pytanie (jeśli uczniowie go nie zadali, powinniśmy je sprowokować): „W jaki sposób rozmieszczone gwiazdy na diagramie, przecież dla większości gwiazd znamy z obserwacji tylko jedną współrzędną (Sp lub CI)?” Możliwość ta powstała głównie dzięki teorii jonizacji i wzbudzania M. Sahy i L. Boltzmann [4]. Upraszczając nieco zagadnienie możemy powiedzieć, że przy tej samej temperaturze fotosfer (tym samym typie widmowym) stopień jonizacji będzie wyższy u gwiazd o niższym ciśnieniu w ich fotosferach, czyli gwiazd „rozdętych” do większych rozmiarów. Obliczając na podstawie otrzymanego widma stosunek natężen wybranych linii pierwiastków zjonizowanych do natężenia linii pierwiastków niezjonizowanych, otrzymujemy

drugi parametr klasyfikacji — klasę jasności. Ostatecznie na wiele lat ustalił się podział gwiazd na 7 klas jasności oznaczanych cyframi rzymskimi np. A5 III.

I — jasne nadolbrzymy (z podklasami Ia i Ib),

II — nadolbrzymy,

III — olbrzymy,

IV — podolbrzymy,

V — karły (gwiazdy ciągu głównego)

VI — podkarły (nie zawsze wyróżniane),

VII — białe karły.

Przed kilkunastu laty wyróżniono dodatkową podkласę skrajnych nadolbrzymów oznaczaną Ia⁺ [7].

Obszary zajmowane na diagramie H-R przez gwiazdy poszczególnych klas zaznaczono schematycznie na rys. 5.

Drugie pytanie, które pojawia się prawie zawsze, brzmi: „Dlaczego nie wszystkie gwiazdy układają się na diagramie wzdłuż ciągu głównego?” Proponuję w tym miejscu postąpić następująco:

„Jeśli w pogodny wieczór spojrzycie w niebo, niewątpliwie stwierdzacie — gwiazdy świecą. Jaki wniosek można wyciągnąć z tego stwierdzenia?”

gwiazdy świecą

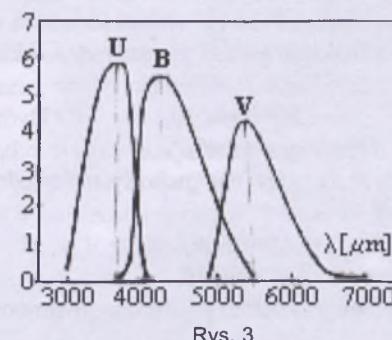


tracą energię

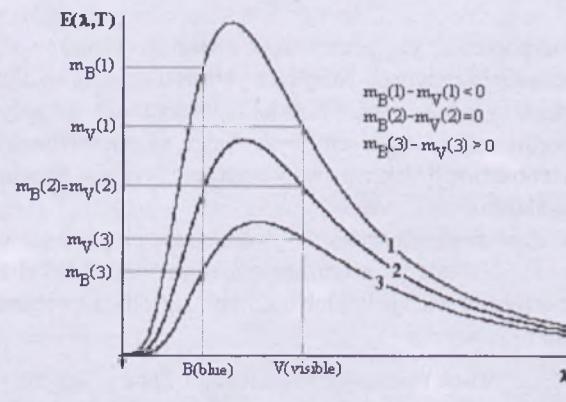


zmenią się (ewoluują)

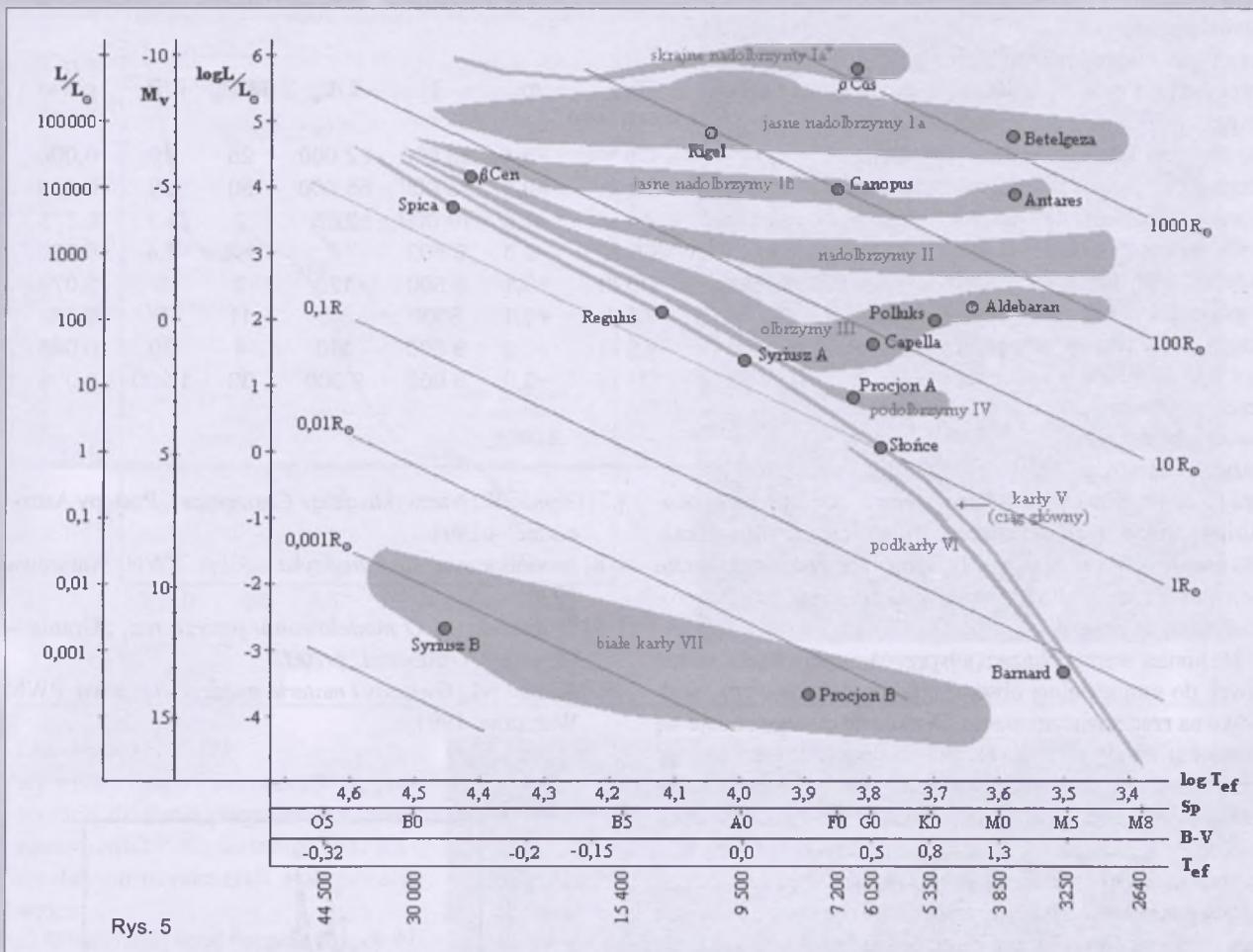
I to niezależnie, jakie jest źródło energii (spalanie węgla, kontrakcja grawitacyjna, jądrowe reakcje syntezy). Wszystkie źródła energii, poza energią jądrową, można wykluczyć prostym rachunkiem. A reakcje syntezy to zmiana składu chemicznego gwiazdy. Pojawia się kolejny problem: czy położ-



Rys. 3



Rys. 4



żenie gwiazd na diagramie odzwierciedla w jakiś sposób ich ewolucję? Problem nie jest prosty. Musimy zwrócić uwagę na kilka faktów obserwacyjnych (i dwa teoretyczne):

1) różne rozmieszczenie na diagramie gwiazd należących do gromad kulistych i otwartych (rys. 6 i 7),

2) zawartość metali (u astronomów wszystkie pierwiastki poza wodorem i helem to metale) w gwiazdach gromad kulistych i otwartych,

gromady otwartha 2 — 4%

gromady kuliste 0,3 — 1%,

3) rozkłady prędkości [8] dla gwiazd typu gromad otwarty (populacja I) i typu gromad kulistych (populacja II) — rys. 8 i 9.

4) niektóre gwiazdy wybuchają (supernowe), wz bogacając materię międzygwiazdową w pierwiastki cięższe od wodoru i helu,

5) przypomnijmy dobrze potwierdzony obserwacyjnie związek masa-jasność

$$L \propto M^\beta \quad \beta = 3,4 - 4$$

6) teoretyczny okres rozpadu

gromady otwarte $10^8 - 10^9$ lat

gromady kuliste 10^{12} lat

Z powyższych faktów możemy wnioskować, że:

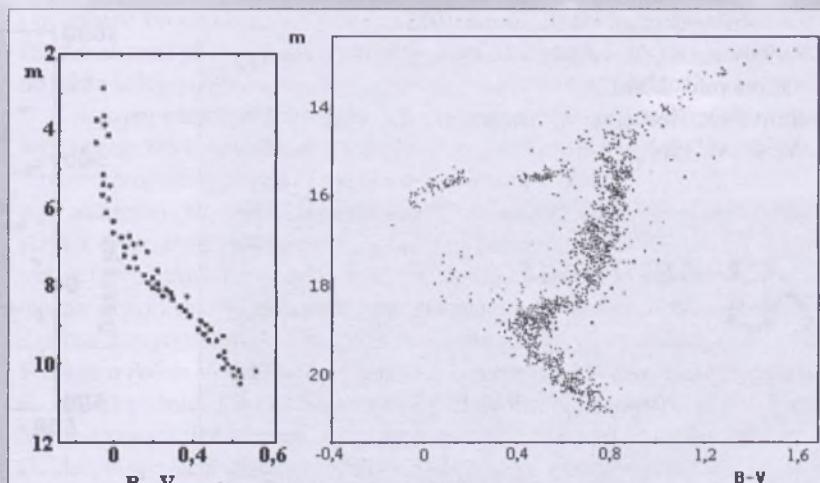
— gwiazdy danej gromady mają ten sam wiek (nie istnieje mechanizm pozwalający na takie skupienie gwiazd powstały w różnych miejscach i w różnym czasie),

— gromady kuliste są starsze,

— ewolucja gwiazd masywnych jest znacznie szybsza,

— gwiazdy typu gromad otwartych powstały z materii międzygwiazdowej, wzbogaconej w metale przez wcześniejsze pokolenia gwiazd.

Zmieniając skład chemiczny centralnych części, gwiazdy



Rys. 6

odsuwają się od ciągu głównego, przesuwając się na diagramie w prawo i w górę. Przechodzą do gałęzi olbrzymów. Najszyciej robią to gwiazdy masywne z górnej części ciągu głównego (rys. 7). W młodszych gromadach otwartych jeszcze wszystkie gwiazdy leżą na ciągu głównym. Być może warto przynajmniej pokazać inną postać diagramu, w którym współrzędnymi są wskaźniki barwy U-V i B-V (rys. 10). Sposób pozyskiwania widm i ich klasyfikacji warto pokazać, wykorzystując świetny program Clea_spe.exe [9].

Na koniec warto pokazać (lub przynajmniej udzielić wskaźówek do samodzielnego obserwacji) poszczególne typy widmowe na rzeczywistym niebie. Doskonale do tego nadaje się sześciokąt zimowy (rys. 11). Już na początku grudnia cały układ jest widoczny nad horyzontem. Wystarczą obserwacje gołym okiem, choć przydatna jest nawet niewielka lornetka. Jeśli do 7 najjaśniejszych gwiazd sześciokąta dołączymy nieco słabszą λ Ori (widoczna gołym okiem), będziemy mieli zestaw gwiazd wszystkich podstawowych typów widmowych (tab. 2). Dość łatwo można dostrzec, że Betelgeza jest czerwona, Aldebaran czerwonawy, Capella żółta, Syriusz biały, a Rigel nawet lekko niebieskawy.

Juliusz Domański

Literatura

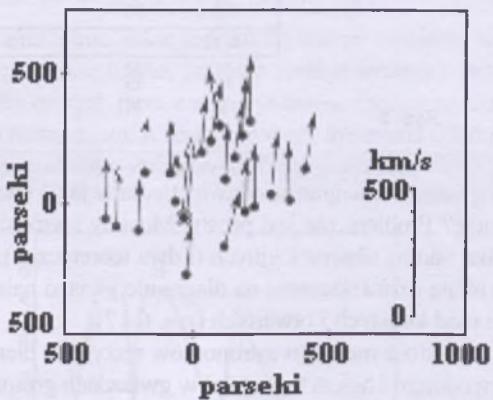
- [1] Zonn W., *Astronomia gwiazdowa*, PWN, Warszawa 1957.
- [2] Kreiner J., *Astronomia z astrofizyką*, PWN, Warszawa 1988.
- [3] Rybka E., *Astronomia ogólna*, PWN, Warszawa 1975.
- [4] Iwanowska W., Woszczyk A., *Metody badawcze astrofizyki obserwacyjnej*, UMK, Toruń 1978.
- [5] Rochowicz K., *Nowe typy widmowe*, „Urania – Postępy Astronomii” 2/2002.
- [6] Struve O., Zeebergs V., *Astronomia XX wieku*, PWN, Warszawa 1967.

Tabela 2

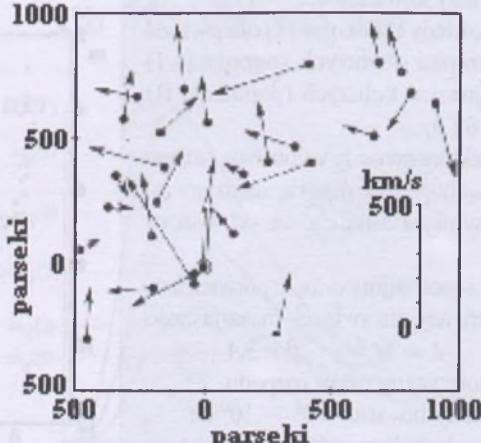
HD	symb.	nazwa	Typ i klasa jasn.	m_v	T	L/L_\odot	M/M_\odot	R/R_\odot	para- laksa
36861*	λ Ori	—	O8 V	+3,4	30 000	22 000	25	10	0,006
34085	β Ori	Rigel	B3 Ia	+0,1	18 000	55 000	50	38	0,003
48915	α Cma	Syriusz	A1 V	-1,5	10 000	22,5	2	1,7	0,375
61421	α CMi	Procjon	F5 IV	+0,3	6 500	7	1,5	1,4	0,288
34029	α Aur	Capella	G5 III	+0,1	5 500	120	3	8	0,073
62509	β Gem	Polluks	K0 III	+1,1	5000	3,5	11	9	0,093
29139	α Tau	Aldebaran	K5 III	+0,9	3 500	110	4	30	0,048
39801	α Ori	Betelgeza	M1 Ia	+0,8	3 000	9 000	30	1 200	0,005

* Numer w *Henri Draper Catalogue*.

- [7] Gęsicki K., *Nie zwykła dzieje Casiopeiae*, „Postępy Astronomii” 4/1991.
- [8] Stodółkiewicz J., *Astrofizyka ogólna*, PWN, Warszawa 1977.
- [9] Domański J., *O modelowaniu jeszcze raz*, „Urania – Postępy Astronomii” 6/2002.
- [10] Kubiak M., *Gwiazdy i materia międzygwiazdowa*, PWN Warszawa 1994.



Rys. 8



Rys. 9

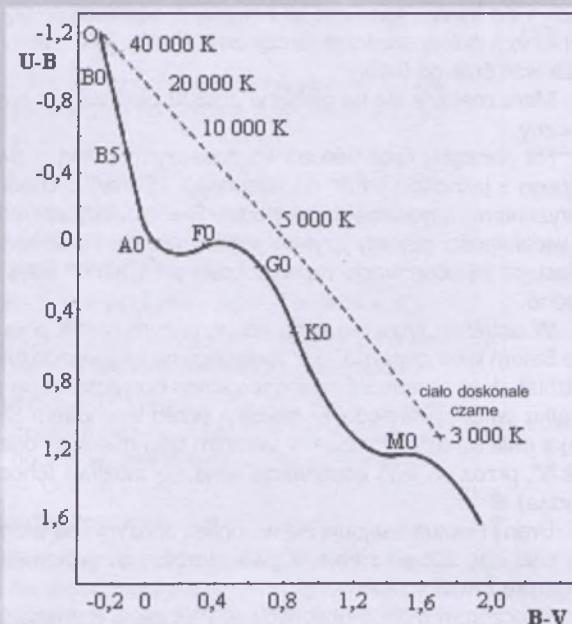


ASTRO-BIT

Oprogramowanie i materiały astronomiczne

Ireneusz Włodarczyk
ul. Rewolucjonistów 15/13
42-500 Będzin

tel.:(0-32) 761-29-46 e-mail: astrobot@ka.onet.pl



Rys. 10



Rys. 11

Dokończenie ze s. 129.

wy trwały długo i zakończyły się prezentacją działania programu komputerowego METREC, służącego do redukcji danych uzyskanych z obserwacji wideo.

W niedzielę sesję poranną rozpoczęł dr hab. Ałosza Pamiatnych wykładem dotyczącym Marsa i dokonań sond ostatnio wysłanych na Czerwoną Planetę. Później Szymon Kozłowski z Polskiego Towarzystwa Meteorytowego opowiedział o tejże organizacji i udostępnił zainteresowanym kilka meteorytów ze swojej kolekcji. Następnie o prowadzonych przez siebie radiowych obserwacjach radiowych i o ich wynikach dla ubiegłorocznych Perseidów opowiedział Kamil Szewc. Dr Tomasz Kwast przybliżył nam sposoby wyznaczania orbit komety.

Seminarium było również okazją do przedstawienia podsumowania działalności Pracowni w roku 2003. I tak 54 obserwatorów wykonało ponad 1600 h obserwacji wizualnych i ponad 120 h teleskopowych. Najaktywniejszą obserwatką została Anna Pałasz z dorobkiem 166,44 godzin! Wysoki poziom zaprezentowali również Michał Goraus — 148,40 h, Przemysław Żoładek — 138,63 h, Dariusz Dorosz — 137,68 h i Anna Lemiecha — 101,14 h. Wszyscy wymienieni otrzymali nagrody książkowe



i bezpłatne prenumeraty „Cyrqlarza”. Prenumeratami pisma PKiM wyróżniono także kolejnych 9 osób.

Kolejnym punktem programu było wystąpienie Michała Jurka, który zaprezentował programy Corrida i Torero swojego autorstwa (<http://corrida.pkim.org>), służące do przetwarzania raportów z obserwacji wizualnych na postać elektroniczną i tworzenia w ten sposób bazy danych zarejestrowanych meteorów. Właśnie o Polish Visual Meteor Database mówił później Kamil Złotkowski. Mimo rozwoju działalności sekcji foto i video, obserwacje wizualne wciąż dają najwięcej materiału do analizy, są też jednak obarczone największymi błędami.

Jak się ich ustrzec, podpowiadali Krzysztof Mularczyk i Andrzej Skoczewski.

Ostatnim wykładem XX Seminarium była prezentacja wyników obserwacji tegorocznych Kwadrantydów techniką radiową i wideo.

Za wieczorem odbył się jeszcze, prowadzony przez Piotra Kędzierskiego, pokaz zdjęć i filmików, wykonanych na obozach i akcjach organizowanych przez Pracownię w 2003 r.

Szersza, również fotograficzna, relacja z XX Seminarium, a także inne informacje z bieżącej działalności Pracowni Komet i Meteorów na stronie www.pkim.org

Ewa Zegler

4^d Gwiazda zmienna długookresowa R Aql ($19^{\circ}06,4^m$, $+8^{\circ}14'$) osiąga maksimum jasności ($6,1^m$).

4^d Gwiazda zmienna długookresowa T Hyd ($8^{\circ}55,6^m$, $-9^{\circ}08'$) osiąga maksimum jasności ($7,8^m$).

4^d 16^h Złoczenie Neptuna z Księzcem w odl. 6° .

5^d 11^h W swoim ruchu po orbicie wokółsłończej Ziemia znajduje się najdalej od Słońca, w aphelium, w odl. 1,016656 j.a.

6^d 08^h Złoczenie Urana z Księzcem w odl. 4° .

6^d 09^h Maksymalna libracja Księżyca ($9,2^{\circ}$) w kierunku Mare Humboldtianum (zaciemione)

6^d 23^h Odkrycie gwiazdy ψ Aqr ($5,0^m$) przy ciemnej części Księżyca przed ostatnią kwadrą, widoczne w całej Polsce (Zielona Góra $23^{\circ}37'$ — Olsztyn $23^{\circ}48'$).

8^d 18^h Saturn w koniunkcji ze Słońcem.

10^d 04^h Odkrycie gwiazdy σ Psc ($4,3^m$) przy ciemnej części Księżyca po ostatniej kwadrze, widoczne w całej Polsce (Wrocław $4^{\circ}07'$ — Olsztyn $4^{\circ}15'$).

11^d 00^h Złoczenie Merkurego z Marsem w odl. $0,2^{\circ}$.

12^d 21^h 30^m Gwiazda zmienna δ Cep (cefeida) osiąga maksimum jasności ($3,5^m$) (mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 1/2003)

13^d 02^h Odkrycie gwiazdy 37 Tau ($4,4^m$) przy ciemnej części Księżyca przed nowiem, widoczne w całej Polsce (Krosno $2^{\circ}19'$ — Gdańsk $2^{\circ}30'$).

13^d 11^h Minimalna libracja Księżyca ($4,2^{\circ}$) w kierunku Mare Australie (zaciemione)

13^d 21^h Złoczenie Wenus z Księzcem w odl. 7° .

16^d 21^h Złoczenie Saturna z Księzcem w odl. 4° .

18^d 23^h 47^m Gwiazda zmienna ζ Gem (cefeida) osiąga maksimum jasności ($3,6^m$) (mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 3/2003)

19^d 03^h Złoczenie Marsa z Księzcem w odl. 3° .

19^d 20^h Złoczenie Merkurego z Księzcem w odległości 4° .

20^d 13^h Maksymalna libracja Księżyca ($7,9^{\circ}$) w kierunku krateru Schickard (zaciemiony).

21^d 17^h Złoczenie Jowisza z Księzcem w odl. 2° .

22^d 11^h 50^m Słońce wstępuje w znak Lwa, jego długość ekliptyczna wynosi wtedy 120° .

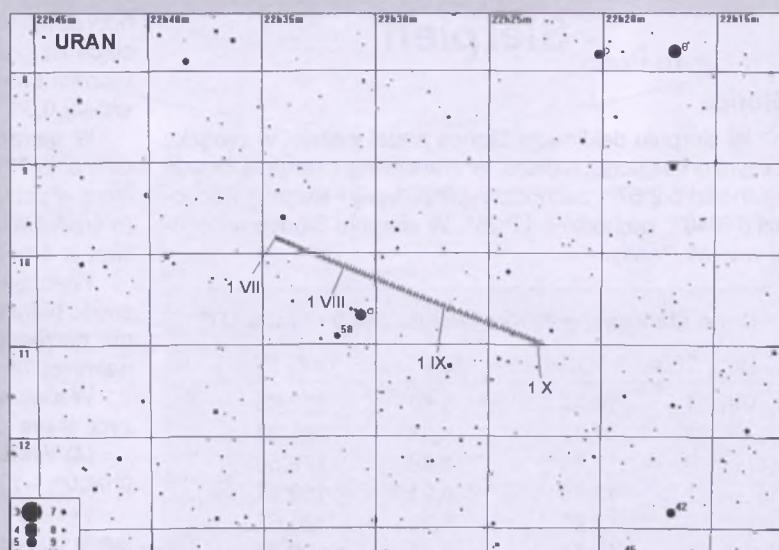
24^d Gwiazda zmienna długookresowa T Her ($18^{\circ}09,1^m$, $+31^{\circ}01'$) osiąga maksimum jasności ($8,0^m$)

27^d 03^h Merkury w maksymalnej elongacji wschodniej od Słońca w odległości 27° .

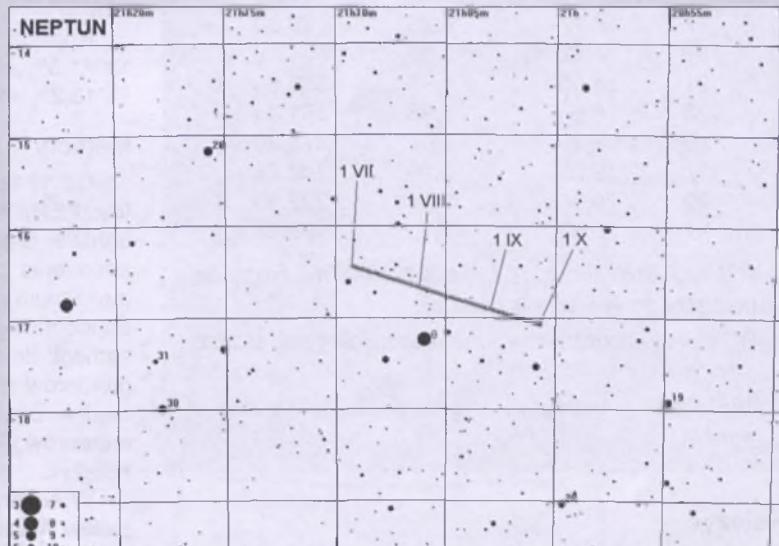
27^d 23^h Minimalna libracja Księżyca ($5,3^{\circ}$) w kierunku Sinus Iridium (zaciemione).

28^d Gwiazda zmienna długookresowa R Tri ($2^{\circ}37,0^m$, $+34^{\circ}16'$) osiąga maksimum jasności ($6,2^m$) (mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 5/2003).

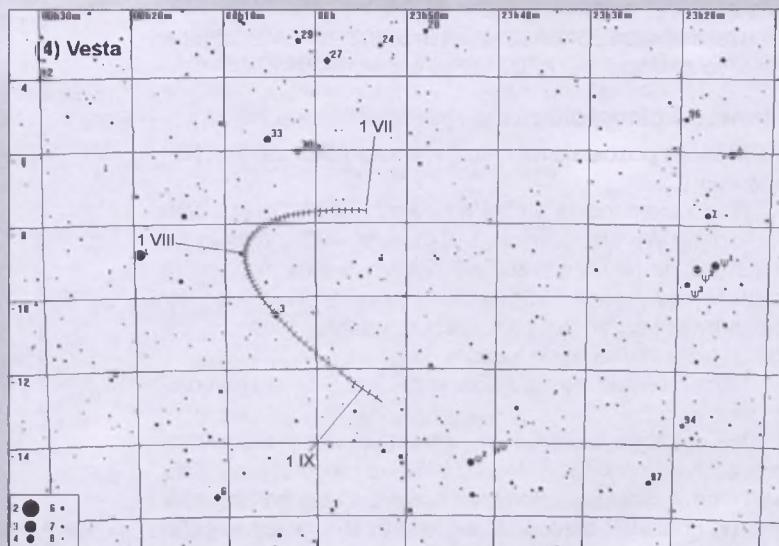
28^d 23^h 53^m Gwiazda zmienna δ Cep (cefeida) osiąga maksimum jasności ($3,5^m$) (mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 1/2003).



Rys. 1. Trasa planety Uran na tle gwiazd gwiazdozbioru Wodnika w lipcu, sierpniu i wrześniu 2004 (zaznaczone gwiazdy do $10,5^m$)



Rys. 2. Trasa planety Neptuna na tle gwiazd gwiazdozbioru Koziorożca w lipcu, sierpniu i wrześniu 2004 (zaznaczone gwiazdy do $10,5^m$)



Rys. 3. Trasa planetoidy (4) Vesta na tle gwiazd gwiazdozbioru Wieloryba w lipcu i sierpniu 2004 (zaznaczone gwiazdy do 9^m)

Sierpień

Słońce

W sierpniu deklinacja Słońca nadal maleje, w związku z czym dni są coraz krótsze. W Warszawie 1 sierpnia Słońce wschodzi o $2^{\text{h}}57^{\text{m}}$, zachodzi o $18^{\text{h}}26^{\text{m}}$, a 31 sierpnia wschodzi o $3^{\text{h}}46^{\text{m}}$, zachodzi o $17^{\text{h}}25^{\text{m}}$. W sierpniu Słońce wstępnie w znak Panny.

Dane dla obserwatorów Słońca (na 0 ^h czasu UT)				
Data	2004	P [°]	B ₀ [°]	L ₀ [°]
VIII	1	10,94	5,80	232,46
	3	11,72	5,95	206,01
	5	12,49	6,08	179,56
	7	13,25	6,21	153,12
	9	13,99	6,33	126,67
	11	14,71	6,45	100,23
	13	15,41	6,55	73,79
	15	16,10	6,66	47,36
	17	16,77	6,75	20,92
	19	17,42	6,83	354,49
	21	18,05	6,91	328,06
	23	18,66	6,98	301,63
	25	19,25	7,04	275,20
	27	19,82	7,10	248,78
	29	20,36	7,14	222,35
VIII	31	20,89	7,18	195,93

P – kąt odchylenia osi obrotu Słońca mierzony od północnego wierzchołka tarczy;

B_0 , L_0 – heliograficzna szerokość i długość środka tarczy;

$18^{\text{d}}13^{\text{h}}59^{\text{m}}$ – heliograficzna długość środka tarczy wynosi 0° .

Księżyca

Bezksiężycowe noce będącymi mieli w połowie sierpnia, bowiem kolejność faz Księżyca jest w tym miesiącu następująca: ostatnia kwadra $7^{\text{d}}22^{\text{h}}01^{\text{m}}$, nowa $16^{\text{d}}01^{\text{h}}24^{\text{m}}$, pierwsza kwadra $23^{\text{d}}10^{\text{h}}12^{\text{m}}$ i pełnia $30^{\text{d}}02^{\text{h}}22^{\text{m}}$. W apogeum Księżyc znajdzie się $11^{\text{d}}09^{\text{h}}35^{\text{m}}$ a w perygeum $27^{\text{d}}05^{\text{h}}40^{\text{m}}$.

Planety i planetoidy

Merkury pozostaje na niebie w pobliżu Słońca i jest niewidoczny.

Nad ranem coraz wyżej nad wschodnim horyzontem wznosi się Wenus, świecąc z jasnością $-4,3^m$. W połowie miesiąca, na godzinę przed wschodem Słońca możemy ją znaleźć na wysokości 25° nad horyzontem. Przez teleskop możemy zobaczyć tarczę planety o średnicy nieco ponad $20''$ w fazie zbliżonej do kwadratu.

Mars znajduje się na niebie w pobliżu Słońca i jest niewidoczny.

Na początku sierpnia wieczorem można jeszcze próbować zaobserwować Jowisza świecącego z jasnością $-1,7^m$ na wysokości zaledwie 4° nad zachodnim horyzontem (w godzinę po zachodzie Słońca), jednak już w połowie miesiąca obserwacja planety stanie się niemożliwa.

W sierpniu nad ranem coraz wyżej nad wschodnim

horyzontem wznosi się Saturn, osiągając pod koniec miesiąca na początku świąt cywilnego wysokość prawie 30° . Planeta świeci w gwiazdozbiorze Bliźniąt jako obiekt o jasności $0,3^m$.

W sierpniu panują bardzo dobre warunki obserwacji Urana ($5,7^m$) i Neptuna ($7,8^m$) w związku z ich przebywaniem w pobliżu opozycji. Do dostrzeżenia tarcz obu planet (o średnicach odpowiednio $3,7''$ i $2,3''$) niezbędny jest teleskop o średnicy przynajmniej 10 cm i powiększeniu $100\times$.

Wieżczać można obserwować Plutona, jednakże jasność planety wynosi jedynie 13,9^m i do jej zaobserwowania niezbędny jest teleskop o średnicy zwierciadła przy najmniej 15 cm.

W sierpniu możemy nadal obserwować w pobliżu opozycji jasna planetoidę:

(4) *Vesta*, (jasność 6,3^m). 8 VIII: 0^h07,3^m, -9°29'; 18 VIII: 0^h04,0^m, -10°39'; 28 VIII: 23^h58,0^m, -11°59'.

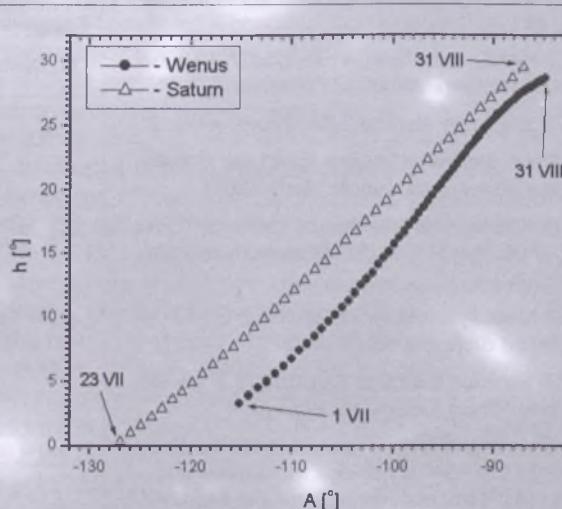
W sierpniu można będzie także nadal obserwować dwie jasne komety:

Kometa C/2003 K4 (LINEAR) (6,5^m-5,9^m): 8 VIII:
13^h41,3^m, +21°45'; 18 VIII: 13^h25,0^m, +15°37'; 28 VIII:
13^h13,2^m, +10°08'.

Meteory

Od 17 lipca do 24 sierpnia promienią słynne Perseidy (PER), rój związany z kometą 109P/Swift-Tuttle, o najbardziej regularnej corocznej aktywności. Model struktury strumienia przewiduje w tym roku wystąpienie głównego maksimum w dniu 12 sierpnia o godzinie 11, bardzo prawdopodobne jest też wystąpienie drugiego maksimum tego samego dnia tuż przed godziną 21. W tym okresie radiant meteorów leży w gwiazdozbiorze Perseusza i ma współrzędne: $\alpha = 3^{\text{h}}09^{\text{m}}$, $\delta = +59^{\circ}$. Tym razem w obserwacjach meteorów nie będzie przeszkadzał zbliżający się do nowiu Księzyc.

W sierpniu nadal można obserwować meteory z kompleksu Akwarydów/Kaprikornidów. Są to przede wszystkim Północne delta-Akwarydy (NDA) i Północne iota-Akwarydy.

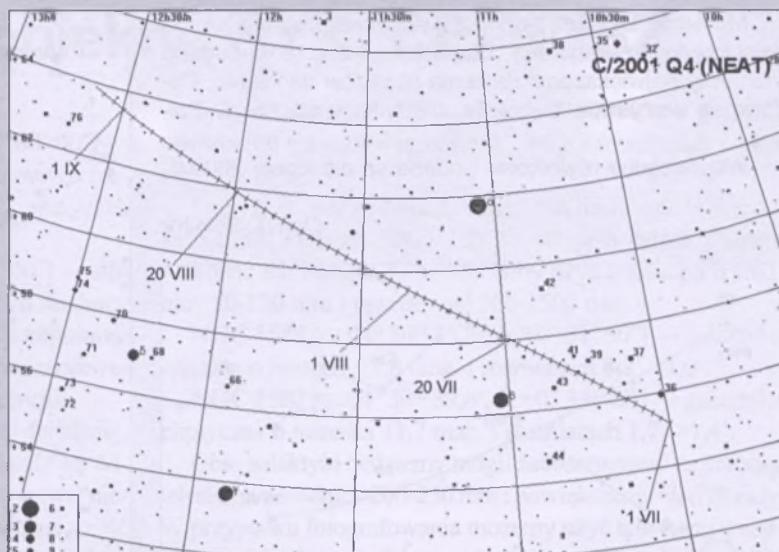


Rys. 4. Wenus i Saturn nad wschodnim horyzontem (w Warszawie) w lipcu i sierpniu 2004 na początku świtu cywilnego (około godziny przed wschodem Słońca)

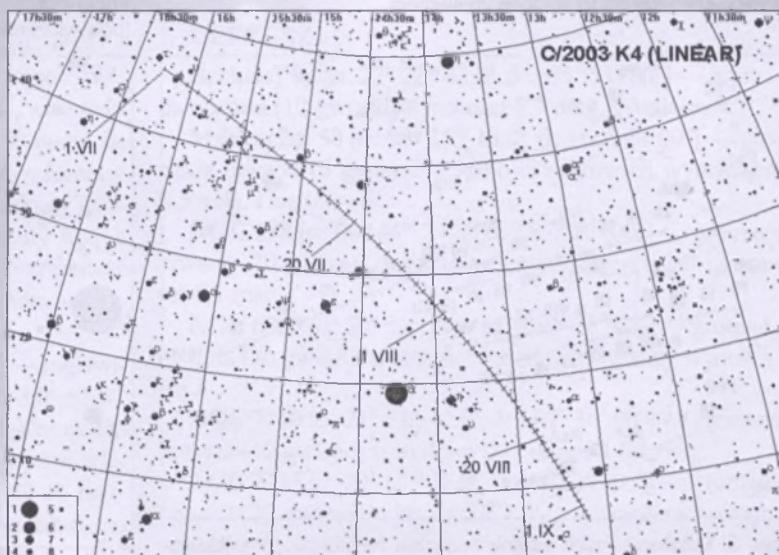
rydy (NIA). NDA promienią w okresie od 15 lipca do 25 sierpnia (maksimum 8 sierpnia) z radiantem o współrzędnych rekt. $22^{\text{h}}20^{\text{m}}$, dekl. -5° . NIA promienią w okresie od 11 do 31 sierpnia (maksimum 19 sierpnia) z radiantem o współrzędnych rekt. $21^{\text{h}}48^{\text{m}}$, dekl. -6° . Tak jak opisane wcześniej roje kompleksu, także i te mało aktywne roje składają się ze słabych, stosunkowo wolnych meteorów, jednak w ich porannych (NIA) i wieczornych (NDA) obserwacjach nie będzie przeszkadzał Księżyc odpowiednio w pierwszej i ostatniej kwadrze.

Od 3 do 25 sierpnia promienią meteory z roju kappa-Cygnidów (KCG). W roku bieżącym przewiduje się wystąpienie maksimum tego zwykle bardzo mało aktywnego roju, ponadto możliwe są bolidy. Radiant meteorów leży w gwiazdozbiorze Smoka i ma współrzędne: rekt. $19^{\text{h}}04^{\text{m}}$, dekl. $+59^{\circ}$. Maksimum aktywności roju przypada w tym roku w dniu 17 sierpnia. W obserwacjach tego interesującego roju nie będzie przeszkadzał znajdujący się w nowiu Księżyca.

- ***
- 1^h05^m Złączenie Neptuna z Księżykiem w odległości 5° .
 - 2^h14^m Złączenie Urana z Księżykiem w odległości 4° .
 - 3^d Gwiazda zmienna długookresowa R Leo (miryda) ($9^{\text{h}}47,6^{\text{m}}$, $+11^{\circ}26'$) osiąga maksimum jasności ($5,8^{\text{m}}$).
 - 3^d09^h Maksymalna libracja Księżyca ($8,3^{\circ}$) w kierunku Mare Humboldtianum (zaciemnione).
 - 4^d22^h49^m Gwiazda zmienna η Aql (cefeida) osiąga maksimum jasności ($3,5^{\text{m}}$) (mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 4/2003).
 - 4^d23^h00^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa U Oph osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od $5,9^{\text{m}}$ do $6,6^{\text{m}}$ (mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 3/2002).
 - 6^h05^m Neptun w opozycji do Słońca.
 - 9^h05^m Merkury nieruchomy w rektascensji.
 - 9^h21^m Minimalna libracja Księżyca ($4,8^{\circ}$) w kierunku Mare Australie (zaciemnione).
 - 11^h21^m Złączenie Wenus z Księżykiem w odległości 7° .
 - 13^h12^m Złączenie Saturna z Księżykiem w odległości 5° .
 - 14^h02^h15^m Gwiazda zmienna δ Cep (cefeida) osiąga maksimum jasności ($3,5^{\text{m}}$) (mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 1/2003).
 - 15^h23^m Maksymalna libracja Księżyca ($7,3^{\circ}$) w kierunku krateru Schickard (oświetlony).
 - 16^h21^m Złączenie Marsa z Księżykiem w odległości 2° .
 - 17^h18^m Wenus w maksymalnej elongacji zachodniej od Słońca w odległości 46° .
 - 18^h Gwiazda zmienna długookresowa SS Vir (miryda) ($12^{\text{h}}25,3^{\text{m}}$, $+0^{\circ}46'$) osiąga maksimum jasności ($6,8^{\text{m}}$).
 - 18^h06^m Złączenie Jowisza z Księżykiem w odległości 2° .
 - 18^h21^m Złączenie Merkurego z Marsem w odległości 6° .
 - 20^h Gwiazda zmienna długookresowa T Aqr (miryda) ($20^{\text{h}}49,9^{\text{m}}$, $-5^{\circ}09'$) osiąga maksimum jasności ($7,7^{\text{m}}$) (mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 3/2003).
 - 22^h14^m Minimalna libracja Księżyca ($4,8^{\circ}$) w kierunku Oceanus Procellarum (zaciemnione).
 - 22^h18^h53^m Słońce wstępuje w znak Panny, jego długość eklipsyczna wynosi wtedy 150° .
 - 23^h21^m Merkury w koniunkcji ze Słońcem.



Rys. 5. Trasa komety C/2001 Q4 (NEAT) na tle gwiazd gwiazdozbioru Wielkiej Niedźwiedzicy w lipcu i sierpniu 2004 (zaznaczone gwiazdy do 9^{m})



Rys. 6. Trasa komety C/2003 K4 (LINEAR) na tle gwiazd w lipcu i sierpniu 2004 (zaznaczone gwiazdy do 8^{m})

- 24^h19^h50^m Gwiazda zmienna δ Cep (cefeida) osiąga maksimum jasności ($3,5^{\text{m}}$) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 1/2003].
- 26^d Gwiazda zmienna długookresowa R Boo (miryda) ($14^{\text{h}}37,2^{\text{m}}$, $+26^{\circ}44'$) osiąga maksimum jasności ($7,2^{\text{m}}$) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 2/2003].
- 27^h20^m Uran w opozycji do Słońca.
- 28^h10^m Złączenie Neptuna z Księżykiem w odległości 5° .
- 30^h01^m Złączenie Urana z Księżykiem w odległości 4° .
- 30^h06^m Maksymalna libracja Księżyca ($7,3^{\circ}$) w kierunku Mare Humboldtianum (zaciemnione).
- 30^h23^h32^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa Algol (β Per) osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od $2,1^{\text{m}}$ do $3,4^{\text{m}}$ (mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 6/2001).
- 31^d Pluton nieruchomy w rektascensji.
- 31^h20^m Złączenie Wenus z Saturnem w odległości 2° .

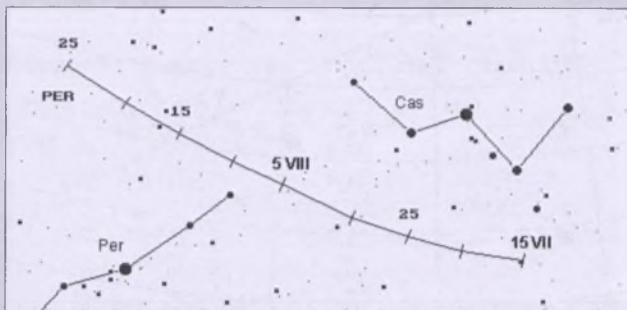
UWAGA: Momenty wszystkich zjawisk podane są w czasie uniwersalnym UT (Greenwich).

Aby otrzymać datę w obowiązującym w lipcu i sierpniu w Polsce „czasie letnim”, należy dodać 2 godziny.

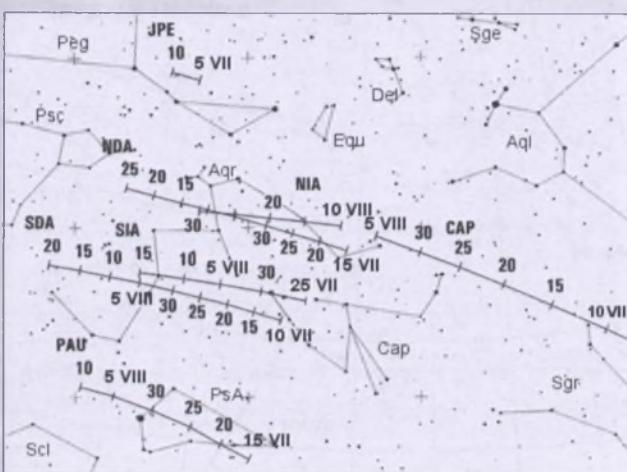
Momenty złączeń planet z Księżykiem podane są dla współrzędnych Warszawy. Dla każdego złączenia podano momenty największego zbliżenia obiektów na niebie. Podane są **wszystkie** złączenia, nie tylko widoczne w Polsce.

Współrzędne równikowe podane są dla Epoki 2000.0.

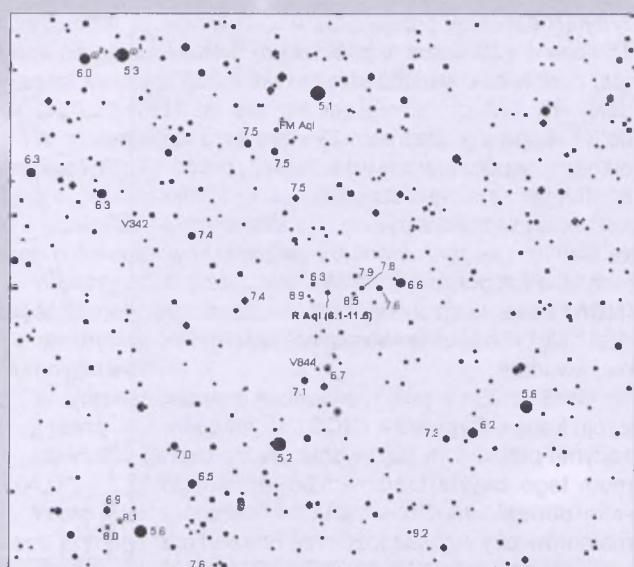
Opr. T. Ścieżor



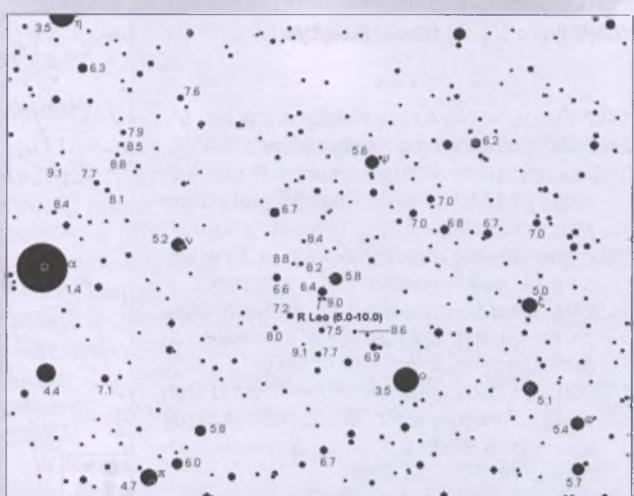
Rys. 7. Położenie i ruch własny radiantu meteorowego Perseidów (PER) w okresie od 15 lipca do 25 sierpnia



Rys. 8. Położenie i ruch własny radiantów meteorowych: południowych i północnych delta Akwarydów (SDA i NDA), południowych i północnych iota Akwarydów (SIA i NIA), Pegazydów (JPE), Pisces Austriniów (PAU) i Kaprikomidów (CAP) w okresie od 5 lipca do 25 sierpnia



Rys. 9. Położenie i ruch własny radiantu meteorowego Perseidów (PER) w okresie od 15 lipca do 25 sierpnia



Rys. 10. Położenie i ruch własny radiantów meteorowych: południowych i północnych delta Akwarydów (SDA i NDA), południowych i północnych iota Akwarydów (SIA i NIA), Pegazydów (JPE), Pisces Austriniów (PAU) i Kaprikomidów (CAP) w okresie od 5 lipca do 25 sierpnia

INFORMACJE O PRENUMERACIE URANII-PA

Prenumerata na rok 2004 (6 zeszytów) kosztuje 54 zł (zagraniczna 70 zł). Cena pojedynczego zeszytu 10 zł. Wpłaty prosimy kierować na konto:

Polskie Towarzystwo Astronomiczne

Bank Millennium S.A. o/Toruń

Nr 44 116022020000000055305241

Wszelkich informacji o prenumeracie i zakupie numerów archiwalnych „Postępów Astronomii” i „Uranii-PA” udziela:

Piotr Wąż

Centrum Astronomii UMK
ul. Gagarina 11, 87-100 Toruń

E-mail: urania@astri.uni.torun.pl
tel/fax (0-56) 611 30 56 / 611 30 08

Urania 1/2004 (70)

POSTĘPY ASTRONOMII

www.astro.umk.pl/urania

Interesujące obiekty: BYK, CEFUSZ

BYK:

Hiady (Melotte 25) [$\alpha: 04^{\text{h}} 27^{\text{m}} 00,0^{\text{s}}$, $\delta: +16^{\circ} 00' 00''$] — gromada otwarta (40 gwiazd) o największych kątowych rozmiarach na sferze niebieskiej — około $330'$. Jej sumaryczna jasność wynosi 0,5 mag.

Plejady (M 45) [$\alpha: 04^{\text{h}} 27^{\text{m}} 00,0^{\text{s}}$, $\delta: +16^{\circ} 00' 00''$] — stosunkowo liczna gromada otwarta (100 gwiazd) o średnicy wynoszącej około $100'$ i jasności 1,2 mag. Wokół najjaśniejszych gwiazd gromady można zaobserwować mgławice refleksywne (na zdjęciach o długich czasach ekspozycji).

Obie gromady otwarte należą do największych i najjaśniejszych na nocnym niebie. Ich najjaśniejsze gwiazdy są widoczne nieuzbrojonym okiem, natomiast używając nawet niewielkiej lornetki, będziemy mogli dostrzec znaczną część członków obu gromad. W przypadku obserwacji fotograficznych można użyć obiektywów fotograficznych o ogniskowych od 85 do 800 mm.

NGC 1952 (M 1) [$\alpha: 05^{\text{h}} 34^{\text{m}} 30,0^{\text{s}}$, $\delta: +22^{\circ} 01' 00''$] — mgławica Krab jest pozostałością po wybuchu supernowej z 1054 r. Jej kątowe rozmiary na niebie to $8' \times 4'$, natomiast jasność wynosi 8,4 mag. W centrum mgławicy znajduje się pulsar o jasności 16 mag. M 1 dostrzeżemy już w lornetce 10×50 lub 20×60 , jednak dopiero teleskop o średnicy 200-250 mm pozwoli nam dostrzec charakterystyczny kształt mgławicy. Do jej sfotografowania będziemy potrzebować teleskopu o ogniskowej co najmniej 1000 mm i średnicy z zakresu 100-150 mm.

NGC 1514 [$\alpha: 04^{\text{h}} 09^{\text{m}} 14,7^{\text{s}}$, $\delta: +30^{\circ} 46' 51''$] — mgławica planetarna o jasności 10,8 mag. i rozmiarach $2,0' \times 1,5'$. W jej centrum znajduje się gwiazda o jasności 9,4 mag. Do obserwacji wizualnych tej mgławicy powinniśmy użyć teleskopu o średnicy 100-150 mm i powiększeniu 40-60 razy. Natomiast fotografując NGC 1514, możemy użyć teleskopu o średnicy 150-200 mm i ogniskowej 1500-3000 mm.

NGC 1746 [$\alpha: 05^{\text{h}} 03^{\text{m}} 36,0^{\text{s}}$, $\delta: +23^{\circ} 49' 00''$] — gromada otwarta (20 gwiazd) o jasności 6,1 mag. i rozmiarach wynoszących $42'$.

NGC 1647 [$\alpha: 04^{\text{h}} 46^{\text{m}} 00,0^{\text{s}}$, $\delta: +19^{\circ} 04' 00''$] — liczna gromada otwarta (200 gwiazd) o całkowitej jasności 6,4 mag. i rozmiarach kątowych wynoszących $45'$.

NGC 1807 [$\alpha: 05^{\text{h}} 10^{\text{m}} 42,0^{\text{s}}$, $\delta: +16^{\circ} 32' 00''$] — gromada otwarta (20 gwiazd) o jasności 7,0 mag. i średnicy $17'$.



NGC 1817 [$\alpha: 05^{\text{h}} 12^{\text{m}} 06,0^{\text{s}}$, $\delta: +16^{\circ} 42' 00''$] — gromada otwarta (60 gwiazd) o jasności 7,7 mag. i rozmiarach wynoszących $16'$.

Powyższe cztery gromady otwarte są doskonale widoczne za pomocą lornetek 10×50 lub 20×60 . Jeśli jednak chcemy wykonać ich zdjęcie, to powinniśmy użyć teleskopu o średnicy 80-120 mm i ogniskowej 500-1500 mm.

NGC 1589 [$\alpha: 04^{\text{h}} 30^{\text{m}} 45,8^{\text{s}}$, $\delta: +0^{\circ} 51' 50''$] — galaktyka spiralna o jasności 11,8 mag. i rozmiarach $3,2' \times 1,0'$.

NGC 1587 [$\alpha: 04^{\text{h}} 30^{\text{m}} 39,6^{\text{s}}$, $\delta: +0^{\circ} 39' 42''$] — galaktyka eliptyczna o jasności 11,7 mag. i rozmiarach $1,7' \times 1,4'$.

Obie galaktyki będziemy mogli zaobserwować za pomocą teleskopu o średnicy 200-250 mm i powiększeniu 60-120 razy. W przypadku fotografowania możemy użyć teleskopu o analogicznej średnicy i efektywnej ogniskowej z zakresu 2000-4000 mm.

CEFEUSZ:

Berkeley 94 [$\alpha: 22^{\text{h}} 22^{\text{m}} 42,0^{\text{s}}$, $\delta: +55^{\circ} 51' 00''$] — gromada otwarta (10 gwiazd) o jasności 8,7 mag. i średnicy $4'$.

Markarian 50 [$\alpha: 23^{\text{h}} 15^{\text{m}} 18,0^{\text{s}}$, $\delta: +60^{\circ} 28' 00''$] — gromada otwarta (5 gwiazd) o jasności całkowitej wynoszącej 8,5 mag. i średnicy $5'$.

NGC 188 [$\alpha: 00^{\text{h}} 44^{\text{m}} 24,0^{\text{s}}$, $\delta: +85^{\circ} 20' 00''$] — gromada otwarta (20 gwiazd) o rozmiarach wynoszących $14'$ i jasności 8,1 mag.

NGC 6939 [$\alpha: 20^{\text{h}} 31^{\text{m}} 24,0^{\text{s}}$, $\delta: +60^{\circ} 38' 00''$] — gromada otwarta (80 gwiazd) o jasności 7,8 mag. i średnicy wynoszącej $8'$.

NGC 7160 [$\alpha: 21^{\text{h}} 53^{\text{m}} 42,0^{\text{s}}$, $\delta: +62^{\circ} 36' 00''$] — gromada otwarta (12 gwiazd) o średnicy $7'$ i jasności 6,1 mag.

NGC 7235 [$\alpha: 22^{\text{h}} 12^{\text{m}} 36,0^{\text{s}}$, $\delta: +57^{\circ} 17' 00''$] — gromada otwarta (30 gwiazd) o jasności 7,7 mag. i rozmiarach wynoszących $4'$.

NGC 7261 [$\alpha: 22^{\text{h}} 20^{\text{m}} 24,0^{\text{s}}$, $\delta: +58^{\circ} 05' 00''$] — gromada otwarta (30 gwiazd) o średnicy kątowej $6'$ i jasności 8,4 mag.

NGC 7380 [$\alpha: 22^{\text{h}} 47^{\text{m}} 00,0^{\text{s}}$, $\delta: +58^{\circ} 06' 00''$] — gromada otwarta (40 gwiazd) o jasności 7,2 mag. i średnicy $12'$.

NGC 7510 [$\alpha: 23^{\text{h}} 11^{\text{m}} 30,0^{\text{s}}$, $\delta: +60^{\circ} 34' 00''$] — gromada otwarta (60 gwiazd) o jasności 7,9 mag. i średnicy $4'$.

Trumpler 37 [$\alpha: 21^{\text{h}} 39^{\text{m}} 00,0^{\text{s}}$, $\delta: +57^{\circ} 30' 00''$] — gromada otwarta (30 gwiazd) o średnicy 50' i jasności wynoszącej 5,1 mag.

Do obserwacji wizualnych powyższych gromad otwartych gwiazd możemy użyć lornetki 10×50 lub 20×60 . Chcąc natomiast uwiecznić obrazy tych gromad na kliszy fotograficznej, powinniśmy użyć teleskopu o średnicy 80-100 mm i ogniskowej od 1000 do 2000 mm.

Berkeley 59 [$\alpha: 00^{\text{h}} 02^{\text{m}} 36,0^{\text{s}}$, $\delta: +67^{\circ} 23' 00''$] — gromada otwarta (40 gwiazd) o jasności 11,0 mag. i średnicy $10'$.

King 19 [$\alpha: 23^{\text{h}} 08^{\text{m}} 18,0^{\text{s}}$, $\delta: +60^{\circ} 31' 00''$] — gromada otwarta (25 gwiazd) o jasności 9,2 mag. i średnicy $7'$.

NGC 7142 [$\alpha: 21^{\text{h}} 45^{\text{m}} 54,0^{\text{s}}$, $\delta: +65^{\circ} 48' 00''$] — stosunkowo liczna gromada otwarta (100 gwiazd) o średnicy wynoszącej $4,3'$ i jasności 9,3 mag.

NGC 7226 [$\alpha: 22^{\text{h}} 10^{\text{m}} 30,0^{\text{s}}$, $\delta: +55^{\circ} 25' 00''$] — gromada otwarta (25 gwiazd) o jasności 9,6 mag. i rozmiarach wynoszących 1,8'.

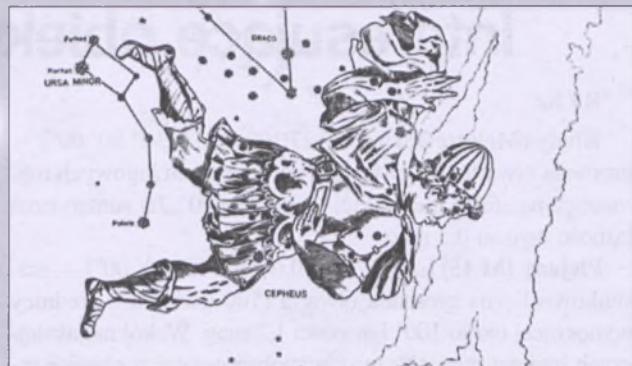
NGC 7762 [$\alpha: 23^{\text{h}} 49^{\text{m}} 48,0^{\text{s}}$, $\delta: +68^{\circ} 02' 00''$] — gromada otwarta (40 gwiazd) o średnicy kątowej 11' i jasności wynoszącej 10,0 mag.

Odpowiednim instrumentem do obserwacji wizualnych kolejnych 5 gromad otwartych będzie teleskop o średnicy 100-150 mm i powiększeniu wynoszącym 40-80 razy. W przypadku obserwacji fotograficznych powinniśmy użyć ogniskowej z zakresu 1000-2000 mm.

IC 1396 [$\alpha: 21^{\text{h}} 39^{\text{m}} 06,0^{\text{s}}$, $\delta: +57^{\circ} 47' 00''$] — gromada otwarta (50 gwiazd) o jasności 3,5 mag. i średnicy około 89'. Z tą gromadą jest związana jasna mgławica. IC 1396 możemy dostrzec już w lornetce 10×50. Do jej sfotografowania będziemy mogli użyć teleobiektywu o ogniskowej od 85 do 500 mm.

NGC 7023 [$\alpha: 21^{\text{h}} 01^{\text{m}} 12,0^{\text{s}}$, $\delta: +68^{\circ} 10' 00''$] — gromada otwarta gwiazd (o średnicy 5' i sumarycznej jasności 7,1 mag.) stwarzyszona z mgławicą. Do obserwacji tej gromady wystarczy lornetka 20×60. Jeśli jednak chcemy sfotografować NGC 7023, to powinniśmy użyć teleskopu o średnicy 80-100 mm i ogniskowej 1500-2000 mm.

NGC 7129 [$\alpha: 21^{\text{h}} 41^{\text{m}} 18,0^{\text{s}}$, $\delta: +66^{\circ} 06' 00''$] — kolejna gromada otwarta (10 gwiazd) o jasności 11,5 mag. i rozmiarach 2,7' z którą jest związana mgławica. Do obserwacji tej gromady powinniśmy użyć teleskopu o średnicy 200-250 mm i powiększeniu 60-120 razy. Wymagana ogniskowa do zarejestrowania NGC 7129 na kliny fotograficznej wynosi od 2000 do 3000 mm.



rach 2,7', z którą jest związana mgławica. Do obserwacji wizualnych tej gromady powinniśmy użyć teleskopu o średnicy 200-250 mm i powiększeniu 60-120 razy. Wymagana ogniskowa do zarejestrowania NGC 7129 na kliny fotograficznej wynosi od 2000 do 3000 mm.

NGC 40 [$\alpha: 00^{\text{h}} 13^{\text{m}} 02,4^{\text{s}}$, $\delta: +72^{\circ} 31' 40''$] — mgławica planetarna o jasności 10,7 mag. i rozmiarach 60''×40''. W centrum NGC 40 znajduje się gwiazda o jasności 11,5 magnitudy. Odpowiednim instrumentem do obserwacji tej mgławicy będzie teleskop o średnicy wynoszącej co najmniej 150 mm i powiększeniu 60-100 razy. Fotografując NGC 40, powinniśmy użyć teleskopu o średnicy 200-250 mm i ogniskowej 3000-4000 mm.

NGC 2276 [$\alpha: 07^{\text{h}} 27^{\text{m}} 12,6^{\text{s}}$, $\delta: +85^{\circ} 45' 20''$] — galaktyka spiralna o jasności 11,4 mag. i rozmiarach 2,8'×2,7'.

NGC 2300 [$\alpha: 07^{\text{h}} 32^{\text{m}} 19,6^{\text{s}}$, $\delta: +85^{\circ} 42' 31''$] — galaktyka eliptyczna o rozmiarach 3,5'×2,4' i jasności 11,0 mag.

NGC 6951 [$\alpha: 20^{\text{h}} 37^{\text{m}} 15,2^{\text{s}}$, $\delta: +66^{\circ} 06' 21''$] — galaktyka spiralna o jasności 10,6 mag. i rozmiarach 3,9'×3,5'.

Powyzsze galaktyki będziemy mogli zaobserwować za pomocą teleskopu o średnicy 170-230 mm i powiększeniu od 60 do 100 razy. W przypadku fotografowania możemy użyć teleskopu o średnicy 200-250 mm i efektywnej ogniskowej z zakresu 2000-4000 mm.

Wiesław Skórzyński

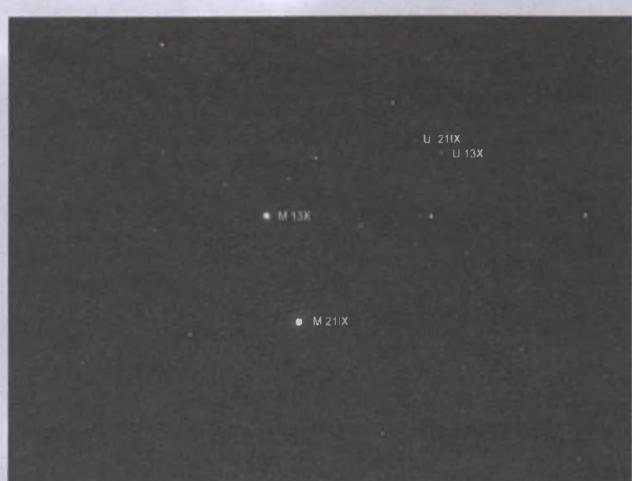
40. Międzynarodowy Młodzieżowy Obóz Astronomiczny

Co roku w jakimś miejscu w Europie odbywa się International Astronomical Youth Camp — IAYC (Międzynarodowy Młodzieżowy Obóz Astronomiczny). 70 osób w wieku 16–24 lat, pochodzących z całego świata spędzają razem 3 tygodnie, dzieląc się swoją wiedzą i porozumiewając się w języku angielskim. Wszystkie interesują się astronomią.

IAYC różni się od innych obozów astronomicznych pod dwoma względami: tym, że jest to obóz międzynarodowy, oraz tym, że każdy z uczestników pracuje nad własnym projektem badawczym. IAYC nie jest kursem astronomicznym, uczestnicy sami odkrywają fakty, a nie są ich nauczani. Różnią się między sobą tłem kulturowym, a wszyscy razem tworzą niepowtarzalną atmosferę obozu. Organizatorzy obozu też kiedyś byli jego uczestnikami. Teraz są członkami IWA e.V. — organizacji, która planuje działania związane z IAYC już przeszło trzy dekady.

W tym roku obóz będzie odbywał się po raz 40. IAYC 2004 odbędzie się w Sayda, małej wiosce na wschodzie Niemiec. Obóz rozpocznie się 1 sierpnia, a zakończy 21 sierpnia 2004 r. Jeżeli lubisz przedmioty ścisłe, a w szczególności astronomię, chcesz pracować nad własnym projektem pod opieką lidera i nie masz problemu z porozumiewaniem się w języku angielskim, to zapraszamy do odwiedzenia naszej strony:

www.iayc.org

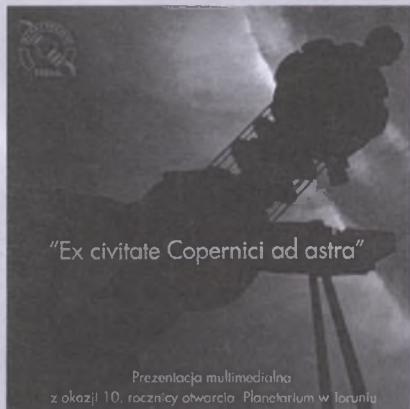


Złożenie 2 zdjęć wykonanych w odstępie 3 tygodni (21IX i 13X 2003). Zdjęcia zostały wykonane aparatem cyfrowym Olympus Camedia C-4000. Czas ekspozycji wynosił 6 s, światłosiła 2,8, ogniskowa 19,5 mm a czułość 400 ASA. Rozmiary fotki to 10°×13°. Odpowiednie pozycje Marsa i Urana są zaznaczone na zdjęciu (literką M i U)

Musica Ex Civitae Copernici

Atrakcją obchodów 10. rocznicy istnienia Planetarium w Toruniu była seria koncertów muzyki elektronicznej duetu Sławomira Jędraszka i Tomasza Zawadzińskiego. Muzyce towarzyszyły rozgrywające się na planetaryjnej kopule wizualizacje przygotowane przez Stanisława Rokitę — astronoma, pracownika Planetarium. Obraz i dźwięk stanowiły w zasadzie jedną nierozerwalną całość. Zostały wykorzystane chyba wszystkie możliwości techniczne toruńskiego planeta-

i efektowne półkuliste zdjęcia współczesnego Torunia. Widzowie odbyli swoistą podróż w czasie i przestrzeni. Muzyka była bardzo zróżnicowana i każdy mógł znaleźć w niej coś mięgo. Wielu osobom bardzo spodobał się „taniec słońca”, mnie z kolei najlepiej słuchało się kompozycji nawiązujących do tradycyjnej szkoły berlińskiej. Materiał prezentowany w czasie koncertów został wydany w postaci płyty audio oraz w formie prezentacji multimedialnej (obie dostępne w Planetarium). jd



Fot. Polaris

rium: były komputerowe animacje rotującej Ziemi, planet, księżyców i gwiazd, sekwencje filmowe z lotów na Księżyce, panoramy nieziemskich krajobrazów a także ziemskich, aczkolwiek odległych w czasie, były zdjęcia makiet średniowiecznego grodu Kopernika, jak

Ogólnopolski Zlot Miłośników Astronomii OZMA 2004

Pałucko-Pomorskie Stowarzyszenie Astronomiczno-Ekologiczne „Grupa Lokalna” zaprasza wszystkich miłośników astronomii na kolejny zlot OZMA 2004. To będzie już VIII Ogólnopolski Zlot Miłośników Astronomii.

Tegoroczna OZMA odbędzie się w dniach od 5 do 8 sierpnia 2004 r. (CZWARTEK-NIEDZIELA) w Niedźwiadach pod Szubinem przy współudziale UMiG Szubin, Rejonowej Biblioteki Publicznej w Szubinie, Domu Kultury w Szubinie i PTMA Toruń.

Koszt zlotu 50 zł, a w tym: koszulka okolicznościowa dla tych, którzy przyślą zgłoszenia, 2 posiłki, ognisko i konkursy oraz wykłady i prelekcje.

Gorąco zachęcamy wszystkich do przywiezienia swojego sprzętu obserwacyjnego i pochwalenia się swoimi dokonaniami na szerokim polu Astronomii! Dla najlepszych czekają nagrody, GRAND OZ-y i wyróżnienia. Na tegoroczną OZMę zabieramy prywatne namioty! Nie gwarantujemy czystego nieba, ale gwarantujemy czyste powietrze wśród lasów i z dala od miejskich światów.

Zgłoszenia i więcej informacji do 20 lipca 2004 r. na adres mailowy: zdzih.photo@wp.pl oraz na adres domowy: Zdzisław Szałkowski ul. Władysława Belzy 50/32, 85-056 Bydgoszcz.

Więcej informacji na stronie www.ozma.astronomia.pl

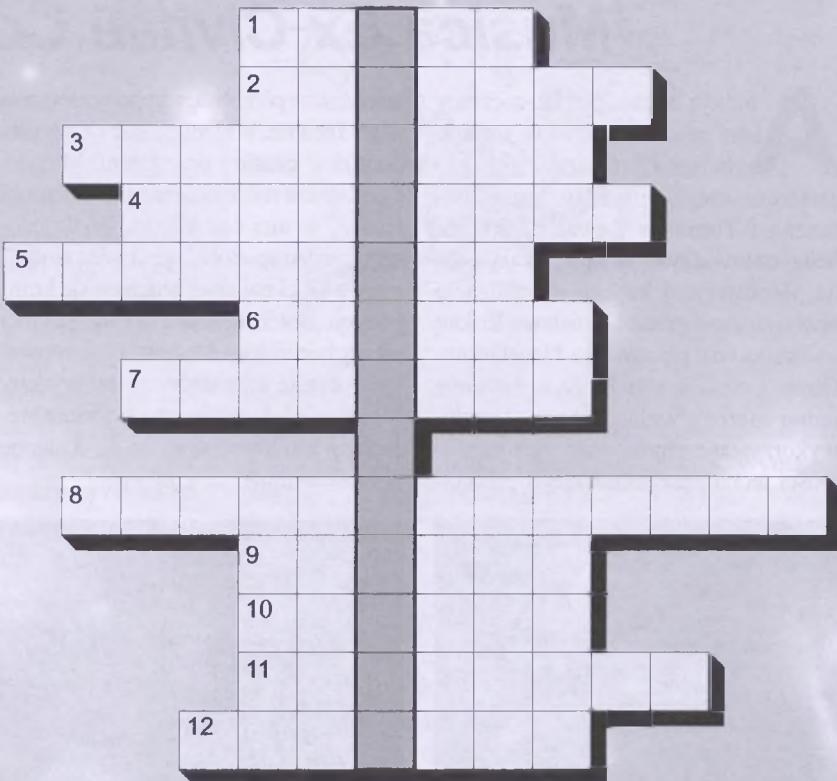
Rozwiązańiem krzyżówki z „Uranii-PA” nr 1/2004 jest hasło: „JUBILEUSZ CAMK”.

Nagrody książkowe wylosowali:
Grzegorz Górecki z miejscowości Mi-
kołów i **Agnieszka Graczyk** z Gdańskiego.
Gratulujemy. Nagrody wyślemy pocztą.

Kto przeczytał uważnie bieżący zeszyt „Uranii”, nie powinien mieć problemów z odgadnięciem poniższych hasztek:

1. Tajemniczy księżyc Saturna
 2. Księżyc Neptuna odkryty przez Kuipera
 3. Oko Byka
 4. Stworzył systematykę gwiazd opartą na zależności jasność-masa
 5. Bolid z 20 lutego br.
 6. Największy księżyc Neptuna
 7. Pseudonim Anieli Dziewulskiej-Łosiowej w AK
 8. Obserwował przejście Wenus przed tarczą słoneczną w 1761 r.
 9. Otwarto tam niedawno obserwatorium astronomiczne
 10. Astronom, który sklasyfikował prawie 400 tys. gwiazd
 11. Ciała, które są w rezonansie 3:2 z Neptunem
 12. Główne centrum zbierania danych z sondy INTEGRAL

Wśród autorów prawidłowych rozwiązań (wystarczy podać hasło końcowe)



rozlosujemy nagrody książkowe. Na rozwiązania czekamy do końca czerwca br. Osoby nie będące prenumeratarami „Uranii-PA” muszą dołączyć do rozwiązania kupon umieszczony w lewym górnym rogu tej strony. Prenumeratorzy mogą przesyłać rozwiązania droga elektroniczna.

Słowa pomocnicze do rozwiązywania krzyżówki z U-PA 1/2004: 1) inercjalny, 2) Jiuquan, 3) Dąbrowa, 4) Wirginidy, 5) Constellation-X, 6) GranTeCan, 7) Pluton, 8) Einstein, 9) Shenzhou, 10) Brancewicz, 11) JENAM, 12) Stompor, 13) Antarktyda.

Autor: J. Dratkowska

Ciekawe strony internetowe...

Szybko zbliża się niezwykłe wydarzenie, jakim będzie widoczne (również w Polsce) przejście Wenus przez tarczę Słońca. Nastąpi ono 8 czerwca br. Pisał o nim już w poprzednim numerze naszego pisma Tadeusz Jarzębowski, w obecnym numerze uzupełnia go artykuł Magdaleny Pilskiej-Piotrowskiej „Jak w Polsce obserwowano przejście Wenus przez Słońce” na temat historycznych obserwacji tego bardzo rzadkiego zjawiska. Osoby zainteresowane dalszymi szczegółami samego zjawiska, sposobem jego obserwacji jak i ewentualnym udziałem w międzynarodowym programie obserwacyjnym VT-2004 mogą skorzystać z adresu <http://www.astro.uni.wroc.pl/vt-2004.html>

Dostępne są m.in. broszura przedstawiającą podstawowe informacje na temat Programu VT-2004 (PDF, DOC), artykuł Michała Różyczki na ten sam temat z kwietniowego numeru „Świata Nauki”(PDF) czy krótsze ulotki, które można powiesić np. w szkolnej gablocie (PDF, DOC).

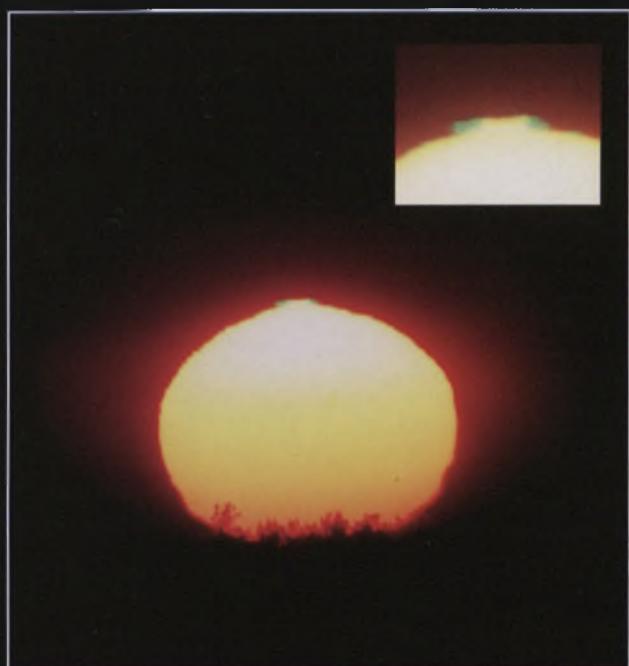
Obok jeden z plakatów dostępnych do ściągnięcia z omawianej witryny

Galeria Uranii



Obok mozaika zdjęć planet, jaką udało się Przemysławowi M. Rudziowi i Czarkowi Wieruckiemu uzyskać z materiału zebranego podczas nocy obserwacyjnej 1 kwietnia 2004 r. (web kamera HomeConnect - 3 Com, ognisko główne Meade ETX-90)

Niżej dwa „łupy” polowań Dariusza Dorosza z Żabikowa na zielony promień Słońca. Zdaniem autora, jest to dość powszechnie zjawisko, dość łatwe do zaobserwowania, o ile zastosuje się sprzęt optyczny o odpowiednim powiększeniu. Pierwsze zdjęcie zostało wykonane 25 grudnia 2003 r. o zachodzie, drugie 21 lutego br. o wschodzie Słońca (Zenit 412 + MTO 11CA, 1/250 s)



Powyższe zdjęcie przedstawia obłoki srebrzyste na wieczornym niebie nad Fromborkiem, widziane z Obserwatorium Astronomicznego na Żurawiej Górze. Jego autorem jest Bartosz Dąbrowski z Torunia



Kolejna odsłona niezwykłego kosmicznego spektaklu o nazwie V838 Monocerotis. Od czasu swego potężnego wybuchu w styczniu 2002 r. ta osobliwa gwiazda rozpala umysły wielu astronomów i jest przyczynkiem do nadzwyczajnych wzruszeń natury czysto estetycznej. Tzw. echo świetlne, czyli promieniowanie wytworzone w trakcie wybuchu, dociera do kolejnych pokładów materii, wyrzucone w jakiejś pradawnej erupcji dziesiątki tysięcy lat temu.

Z naukowego punktu widzenia szczególnie ciekawe są ewidentne zawirowania w zewnętrznej powłoce otwierającego się „kokonu”. To prawdopodobnie konsekwencje turbulencji w pyle i gazie, które ekspandują powoli przez małe tysiąclecia.

Wyżej przepiękne zdjęcie wykonane 8 lutego 2004 r. przy użyciu kamery ACS teleskopu kosmicznego Hubble'a. Astronomowie przypuszczają, że piękno Kosmosu w tak skondensowanej postaci będziemy mogli podziwiać jeszcze przez długie lata (zobacz też „Urania-PA” 3/2003)

Fot. NASA i Hubble Heritage Team (AURA/STScI)

Urania

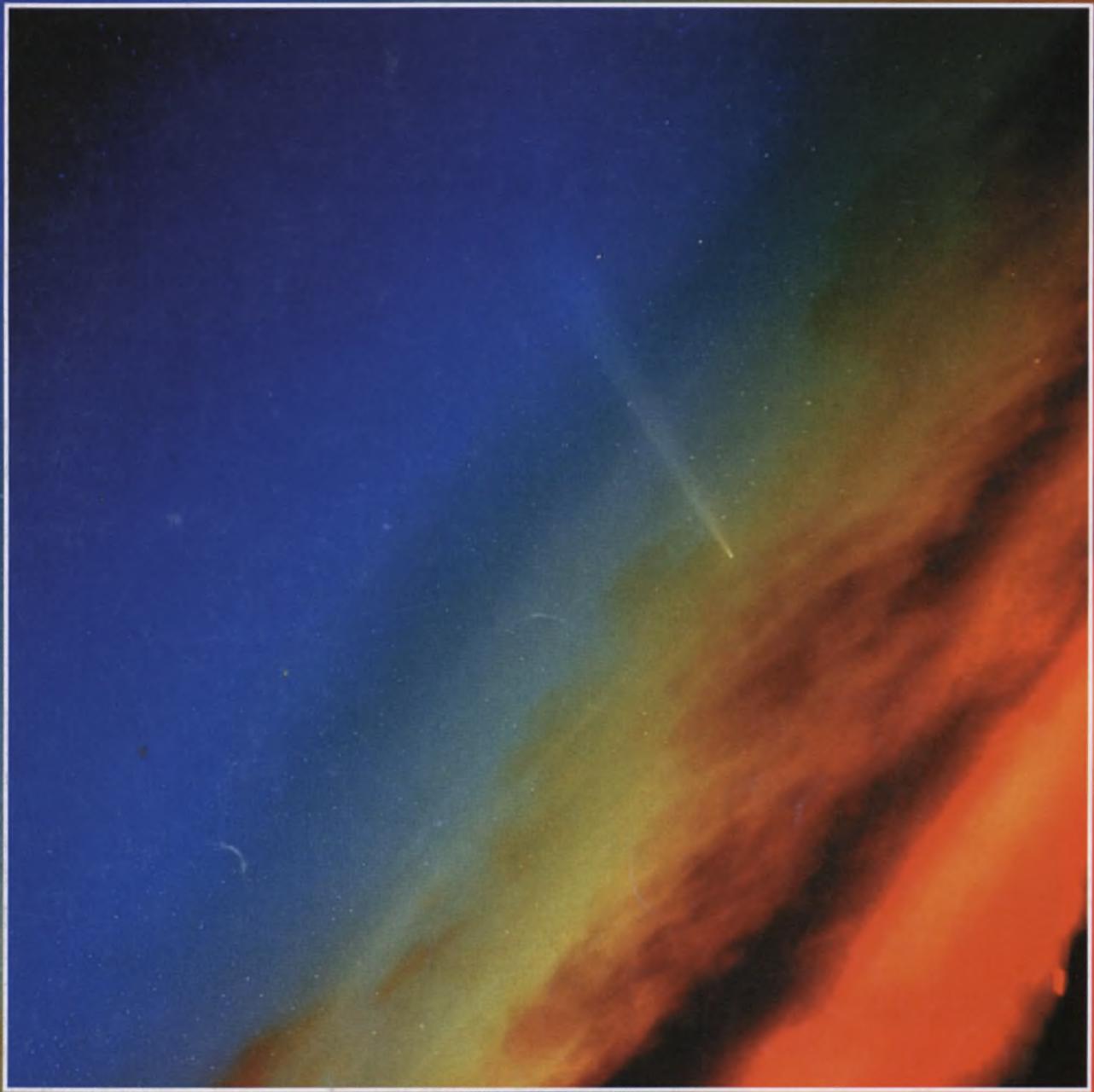
4/2004 (712)

tom LXXV

lipiec—sierpień

POSTĘPY ASTRONOMII

- Satelity Drogi Mlecznej ...czyli co się stanie, gdy podejdziesz za blisko
- Masery SiO w otoczkach gwiazdowych
- Cztery hipotezy na temat pochodzenia Księżyca



Grudziądzkie OMSA 2004

Już po raz 20. Grudziądzkie Planetarium gościło w swoich murach uczestników Ogólnopolskiego Młodzieżowego Seminarium Astronomicznego. Jubileuszowymi refleksjami wieloletniego jurora na tych seminariach podzielił się z zebranymi nasz Naczelnny — prof. Andrzej Woszczyk (po prawej). Adam Król z Biskupca wygłosił referat „Życie człowieka na stacji kosmicznej” w stosownym ubranku (poniżej). Zdobywca I miejsca — Krzysztof Tora z Krakowa (niżej, po prawej)



Pamiątkowe zdjęcie uczestników XX OMSA tym razem wykonano wyjątkowo w sali wykładowej

Fot. Gerard Szukay

Szanowni i Drodzy Czytelnicy,

Maj i czerwiec 2004 r. obfitowały w ciekawe wydarzenia astronomiczne. Wyróżniały się majowe całkowite zaćmienie Księżyca i czerwcowe przejście Wenus przed tarczą Słońca. Ponadto mieliśmy okazję obserwować dwie komety. Niektóre dokumenty obserwacji tych zjawisk publikujemy w tym numerze „Uranii”, o innych będziemy pisali w następnym.



Przejście Wenus na tle Słońca wzbudziło ogromne zainteresowanie — obserwatoria astronomiczne oraz różne kluby i towarzystwa astronomiczne organizowały publiczne pokazy i transmisję internetową tego zjawiska.

Astronomowie z Instytutu Astronomii Uniwersytetu Wrocławskiego koordynowali w Polsce akcję obserwacji tranzytu w ramach europejskiego Programu VT-2004 i dzielili się na stronach internetowych i w specjalnie opracowanych ulotkach i plakatach szczegółowymi informacjami i instrukcjami obserwacyjnymi. Mam nadzieję, że w następnym zeszycie „Uranii-Postępów Astronomii” będziemy mogli zamieścić sprawozdanie z przebiegu tego zjawiska i rezultatów jego obserwacji.

Tymczasem oddajemy do Państwa rękę zeszyt, który zawiera materiały o najnowszych odkryciach w świecie galaktyk i w sąsiedztwie naszej Galaktyki, w materii otaczającej młode gwiazdy, w Układzie Słonecznym. Odkryć było ostatnio tak dużo, że tylko o niektórych tu piszemy.

W marcu zakończyła się 47 Olimpiada Astronomiczna — publikujemy zadania konkursowe oraz listę zwycięzców i laureatów. Omawiamy też grudziądzkie XX Ogólnopolskie Młodzieżowe Seminarium Astronomiczne, które odbyło się w końcu marca 2004 r.

Krzysztof Helminiak z Torunia przedstawia nam nowych sędziów, a ściślej satelity naszej Galaktyki i omawia sposób, w jaki te nowo odkryte galaktyki karłowate mogły się stać galaktycznymi księżyckami. Leszek Błaszkiewicz z Olsztyna pisze o istnieniu i funkcjonowaniu kosmicznych maserów SiO wokół gwiazd późnych typów widmowych. Zbigniew Tadeusz Dworak z Krakowa prezentuje aktualne koncepcje pochodzenia Księżyca, natomiast Arkadiusz Olech z Warszawy omawia stan aktualny i koncepcję rozwoju międzynarodowej sieci obserwacji jasnych meteorów, czyli bolidów. Naszą recenzję poświęcamy książce Carla Sagana Świat nawiedzony przez demony. Nauka jako światło w mroku, która w oryginale ukazała się tuż przed zgonem Autora.

Niestety, przyszło nam żegnać dwoje naszych kolegów Astronomów. W In Memoriam wspominamy osoby i sylwetki naukowe prof. Jerzego Dobrzyckiego z Warszawy i mgr Haliny Jaśkowej z Krakowa.

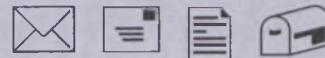
Jak zwykle zamieszczamy Kalendarz astronomiczny (na wrzesień i październik) pióra Tomasza Ściążora, Poradnik Obserwatora Wiesława Skórzyńskiego (ciekawe obiekty w Delfinie i Erydanie), Galerię mgławic NGC opracowaną przez Dariusza Graczyka, felieton muzyczny Jacka Drążkowskiego, zamiast krzyżówki proponujemy fotozagadkę ze zdjęć Pawła Łaniczkiego i wskazujemy na ciekawe strony internetowe wg wyboru Romana Schreibera. Sławomir Bogusz z Arkuszowa radzi, jak zbudować własne obserwatorium astronomiczne naprawdę tanim kosztem.

Życzę Państwu pogodnego lata, dobrego wypoczynku i częstego kontaktu z gwiazdystym niebem. Na pogodnym letnim niebie królować będzie Droga Mleczna, siedziba wielu ciekawych gwiazd, gromad i mgławic.

Pozostaję z szacunkiem

Toruń, w maju 2004 r.

URANIA



Szanowny Panie Redaktorze!

Data 19 lutego 1473 roku z pewnością przeszła do historii Narodu Polskiego, bo tego dnia narodził się „człowiek wielkiej miary, znakomity uczeń — Mikołaj Kopernik”. Kilka dni po tym święcie my również pragniemy podzielić się z Panem, i za Pana pośrednictwem także z czytelnikami „Uranii”, radością, jaką stała się naszym udziałem w związku z faktem, iż Mikołaj Kopernik jest patronem Szkoły, w której pracujemy.

Nikt nie jest w stanie wytępiać mózgu z samego tylko poczucia obowiązku. Ja potrzebuję od czasu do czasu trochę sukcesu, aby móc działać... jakieś źródła energii.

Bertrand Russell

Człowiek nie rodzi się geniuszem. Staje się nim dopiero na skutek ciężkiej pracy, prowadząc własne obserwacje, sprawdzając, wielokroć w bezsenne noce, podawane do wierzenia twierdzenia i teorie, „poświęcając swój czas i wszystkie siły jednej tylko wielkiej sprawie — nauce”. Nie bez znaczenia są również warunki kulturowe, w jakich człowiek żyje i dorasta oraz autorytety stawiane mu za wzór do naśladowania.

Stworzenie uczniom warunków do prawidłowego rozwoju oraz budowanie klimatu sprzyjającego ich efektywnej pracy jest zatem podstawowym zadaniem każdej szkoły.

Bardzo ważne stało się więc dla Dyrekcji i kadry pedagogicznej Szkoły Podstawowej Nr 19 w Bydgoszczy postawienie uczniom za wzór człowieka, który nie tylko jest godny tego, aby się Niem szczerzyć i naśla-

dować, ale będzie również źródłem inspiracji dla przyszłych pokoleń. Najodpowiedniejszą osobą wydawał się być Mikołaj Kopernik. Tak też się stało. W grudniu 1972 r. dzięki staraniom ówczesnego Dyrektora p. Jana Pączkowskiego i całej społeczności szkolnej, szkoła znalazła się pod patronatem Mikołaja Kopernika. Uroczystości nadania imienia odbyły się w styczniu 1973 r. Tradycją stały się dla nas obchody dnia urodzin Kopernika 19 lutego.

W ciągu ostatnich lat zaszły u nas jednak duże zmiany. Szkoła zmieniła się pod względem organizacyjnym. Od 01.09.1999 r. funkcjonuje w naszych murach Gimnazjum Nr 7. Coraz częściej zaczął pojawiać się postulat nadania imienia Kopernika temuż Gimnazjum, by zintegrować całą społeczność szkolną wokół jednego patrona.

Pragnienie to stało się realne, gdy z obu szkół: Gimnazjum Nr 7 i Szkoły Podstawowej Nr 19, utworzono 01.09.2002 roku Zespół Szkół Nr 17.

W marcu 2003 r. z wnioskiem do Rady Miasta o nadanie imienia Mikołaja Kopernika wystąpiły wspólnie Rada Szkół, Samorząd Uczniowski i Dyrektor — p. Agata Szumińska. W listopadzie 2003 r. Rada Miasta przyjęła uchwałę o nadaniu Zespołu Szkół Nr 17 w Bydgoszczy imienia tego wielkiego Polaka.

Staraliśmy się zawsze mieć żywego kontakt z instytucjami naukowymi propagującymi życie i dorobek Mikołaja Kopernika. Od lutego 1999 r., kiedy po raz pierwszy gościł w naszej placówce, p. dr Piotr Wąż — pracownik naukowy UMK, gościły ludzi, którzy swoją pracą dokumentują życie i wszechstronną działalność Mikołaja Kopernika. Należała do nich Prezes Fundacji Przyjaciół Planetarium i Muzeum Mikołaja Kopernika w Toruniu, p. Janina Mazurkiewicz oraz pracownik Muzeum Mikołaja Kopernika w Toruniu — p. Marta Czyżak. Obie Panie uświetniły uroczystości jubileuszowe 55-lecia istnienia SP 19 i 30-lecie nadania imienia szkole.

Tegoroczne urodziny Mikołaja Kopernika były szczególnie

Tu może być reklama Twojej Firmy!

Nasz cennik jest następujący:

cała strona kolorowa: 1000,00 zł

cała strona czarno-biała: 400,00 zł

Przy mniejszych formatach dla stron czarno-białych:

1/2 s.: 300,00 zł

1/4 s.: 200,00 zł

1/8 s.: 100,00 zł — ten rozmiar traktujemy jako najmniejszy „moduł”. Podobnie jest ze stroną kolorową.

Istnieje możliwość negocjowania warunków.

Zapraszamy na nasze tamy!

uroczyste. Nadawano Zespołowi Szkół Nr 17 imię Mikołaja Kopernika. Akt nadania wręczył Prezydent Miasta Bydgoszczy Konstanty Dombrowicz. Swoją obecnością zaszczycili nas również: Felicja Gwinińska — Przewodnicząca Rady Miasta, Wicekurator Jarosław Słoma oraz Dyrektor Wydziału Edukacji i Sportu Urzędu Miasta Bydgoszczy — p. Leszek Latosiński. Znalazł się pośród nich, kolejny już raz, dr Piotr Wąż. Jego prelekcje cieszą się wielkim zainteresowaniem i uznaniem zarówno uczniów, jak i nauczycieli.

Młodzież zaprezentowała zebranym inscenację „Mikołaj z Torunia” zaadaptowaną przez p. M. Rzepecką. Wzbgacona ona została oprawą muzyczną przygotowaną przez szkolny chór pod kierunkiem p. Małgorzaty Groblewskiej i tancie uczniów klasy „0” opracowany przez p. Marzenę Budnik. Pani Maria Czechumska przygotowała natomiast pokaz multimedialny, który ze średniowiecza przeniósł zebranych w XXI wieku — erę podboju Kosmosu.

Część oficjalna miała swoją kontynuację na zajęciach w grupach wiekowych, gdzie uczniowie uczyli się poprzez zabawę lub, jak to miało miejsce w klasach IV-VI SP, podsumowywali realizowany przez ostatnie dwa miesiące projekt pt. „Śladami Mikołaja Kopernika”.

Cieszymy się, że my, wspólnie uczący, mamy możliwość opierania swojej pracy dydaktyczno-wychowawczej na uznanym autorytacie naukowym. Mamy nadzieję, że tak jak

M. Kopernika, dotyczyć nas również będą słowa Saint-Exupéry'ego *być człowiekiem to właśnie być odpowiedzialnym (...), to czuć kładąc swoją cegiełkę, że bierze się udział w budowie świata.*

Maria Czechumska
Małgorzata Rzepecka
Zespół Szkół Nr 17
w Bydgoszczy

Niezwykle zaskoczyła i uradowała mnie wygrana w Waszym konkursie z nr 6/2003. Z niecierpliwością oczekiwaliem na nagrodę, którą okazała się niezmiernie interesująca książka pt. *Teoria Wszystkiego* S.Hawkinga — nadzwyczaj cenionego przeze mnie astronoma. Bardzo spodobała mi się ta pozycja, którą poleciłbym każdemu miłośnikowi astronomii i nie tylko. Dziękuję bardzo.

Z wielkim zniecierpliweniem oczekuję na pierwszą dekadę maja, kiedy to będziemy mieli okazję oglądać całkowicie zaćmiony Księżyca. Ciekawe także, jak spisze się kometa C/2001 Q4 NEA T, która również powinna się nam pokazać w tych dniach. Liczę, jak zapewne wszyscy miłośnicy astronomii w Polsce, na wiele obserwacyjnych wrażeń związanych z tym kosmicznym obiektem.

Życzę Wszystkim wspaniałych astronomicznych doznań i jak najnowocześniejszych obserwacji. A przed nami przecież jeszcze 8 czerwca!

Pozdrawiam serdecznie!
Grzegorz Kubicki
Ostrowiec Świętokrzyski

Kupię Sprzedam Wymienię...

Repliki starych przyrządów astronomicznych i nawigacyjnych:
astrolabium,nocturnalabium,
sekstans, zegary przenośne etc.

Marcin Egert, www.egert.pl,
marcin@zegarysloneczne.pl, (42)646 27 44,600
753 793

Urania

POSTĘPY ASTRONOMII

(PL ISSN 0032-5414/ 0042-07-94)

Dwumiesięcznik poświęcony upowszechnianiu wiedzy astronomicznej. Czasopismo powstało z połączenia się „Uranii” — dotychczasowego miesięcznika PTMA, ukazującego się od 1922 r. i „Postępów Astronomii” — dotychczasowego kwartalnika PTA, wychodzącego od 1953 r. Patronat: Polskie Towarzystwo Astronomiczne i Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii. Zachowana zostaje dotychczasowa numeracja „Uranii”. Pismo jest częściowo finansowane przez KBN i Komitet Astronomii PAN.

Nakład: 1500 egz.

Redaktor Naczelny:

Andrzej Woszczyk, CA UMK Toruń

Zespół Redakcyjny:

Marek Gołębiewski, CA UMK Toruń
Magdalena Kożuchowska, CAMK Warszawa
Krzysztof Rochowicz, CA UMK Toruń
Roman Schreiber, CAMK Toruń

Opracowanie graficzne

i skład komputerowy:
Jacek Drążkowski

Korekta:

Bożena Wyrzykowska

Adres Redakcji:

Uniwersytet Mikołaja Kopernika
Centrum Astronomiczne
ul. Gagarina 11
87-100 TORUŃ
tel. (0-56) 611 30 52
fax. (0-56) 621 93 81

Poczta elektroniczna (E-mail address):
aw@astri.uni.torun.pl

Adres WWW:

<http://urania.pta.edu.pl>
<http://urania.camk.edu.pl>

Druk:

Zakład Poligraficzno-Wydawniczy
POZKAL, Inowrocław

Dystrybucja:

Piotr Wąż, CA UMK,
ul. Gagarina 11, 87-100 TORUŃ
tel. (0-56) 611 30 56
E-mail: urania@astri.uni.torun.pl

Prenumerata w roku 2004 kosztuje 54 zł.
Można również zamawiać pojedyncze zeszyty
w cenie 10 zł.

Polskie Towarzystwo Astronomiczne

Zarząd Główny – Sekretariat
ul. Bartycka 18, 00-716 Warszawa
tel. (0-22) 841 00 41 wewn. 146
E-mail: hania@camk.edu.pl
WWW: www.pta.edu.pl

Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii

Zarząd Główny
ul. św. Tomasza 30/7, 31-027 Kraków
tel. (0-12) 422 38 92
E-mail: ptma@oa.uj.edu.pl
WWW: oa.uj.edu.pl/~ptma

Numer zamknięto w czerwcu roku 2004

* Materiałów nie zamówionych Redakcja nie zwraca, a wykorzystując zastrzega sobie prawo do ich redagowania i skracania

* Przedruk materiałów i zdjęć tylko za zgodą Redakcji. * Opinie i poglądy formułowane przez Redakcję i Autorów nie reprezentują oficjalnego stanowiska obu patronujących nam Towarzystw *

W NUMERZE

148 *Satelity Drogi Mlecznej ...czyli co się stanie, gdy podejdzieš za blisko*

Krzysztof Hełminiak

Czy Droga Mleczna powstała od razu tak wielka, jaką ją znamy dzisiaj? Dlaczego inne galaktyki są mniejsze, a nawet karłowate? Wydaje się, że takie galaktyki jak nasza czy M31 urosły do obecnych rozmiarów dzięki łączaniu się z innymi, mniejszymi, galaktykami. A nasza Galaktyka ma nawet swoje własne galaktyczne księżyce!

154 *Masery SiO w otoczkach gwiazdowych*

Leszek P. Błaszkiewicz

Gwiazda kończąca swoją ewolucję na ciągu głównym diagramu H-R przechodzi do obszarów tzw. asymptotycznej gałęzi olbrzymów lub obszaru nadolbrzymów. Jej rozmiary rosną, a z powierzchni w dużym tempie wypływa materia, która tworzy rozległe otoczki gwiazdowe. W tych otoczkach mogą występować warunki do zaistnienia emisji maserowej. Masery tlenku krzemu SiO obserwuje się najbliżej powierzchni gwiazd.

158 *Cztery hipotezy o pochodzeniu Księżyca*

T. Zbigniew Dworak

Księżyc to rdzennie polska nazwa naszego satelity. Oznacza syna księcia, czyli władcę (nieba), za jakiego ludność prapolska uważała Słońce. Czy powstał on przez wychwycenie przez Ziemię makroplanetoidy o nazwie Luna? A może dzięki oderwaniu się od szybko rotującej materii, z której powstawała Ziemia, pewnej części, z której uformował się później Księżyca? A może to kosmiczna kolizja wybila z naszego globu cząstkę jego „plaszczu”? Czy pochodzenie Księżyca ciągle pozostaje fascynującą tajemnicą?

w kolorze: Galeria Uranii (wkł. I, IV, okł. III)

rozmaitości: Wenus za Księżykiem, Wenus przed Słońcem (153); Własne obserwatorium astronomiczne naprawdę tanim kosztem (161); Trzy lata OSIRIS-a (172); Widoki na Phoebe (172); Pulsarowa para (172); Kosmiczne szkło powiększające (173); Pośrednie czarne dziury (174)

w kraju: XX Ogólnopolskie Młodzieżowe Seminarium Astronomiczne w Grudziądzu (164); XLVII Olimpiada Astronomiczna (166); Zlapać spadającą gwiazdę (180)

galeria obiektów NGC: NGC 1501; NGC 1502; NGC 1514

astronomia w szkole: Zadania XLVII Olimpiady Astronomicznej

astronomia i muzyka: Dźwięki czarnej dziury

In Memoriam: Prof Jerzy Dobrzycki (1927–2004); Helena Wilma z Buzków Jaśko (1913–2004)

recenzje: Carl Sagan, Świat nawiedzany przez demony. Nauka jako światło w mroku

kalendarz astronomiczny 2004: wrzesień — październik

poradnik obserwatora: Interesujące obiekty: Delfin, Erydan

relaks z Uranią: fotozagadka

ciekawe strony internetowe



NA OKŁADCE

W pierwszej połowie br. na naszym niebie zagościły dwie komety osiągające jasności pozwalające na dostrzeżenie ich nieuzbrojonym okiem. Były to: kometa Bradfielda i C/2001 Q4 (NEAT). Na okładce widzimy kometę Bradfielda sfotografowaną w miejscowości Skowarcz pod Gdańskiem przez ekipę obserwatorów: Przemysława Rudzia, Cezarego Wieruckiego i Grzegorza Tisslera (Sprzęt: Canon EOS 10D, obiektyw Zeiss Pancolar 1,8/50 mm, montaż Losmandy G8. Zdjęcie jest złożeniem 8 ekspozycji po 60 s przy ISO 400).

„Na poszukiwanie komety wybraliśmy się tuż przed drugą w nocy, aby być gotowym do robienia zdjęć od około 2:30. Tak się też stało (choć miejsce wybraliśmy bardzo przypadkowe). Początkowa staraliśmy się odnaleźć kometę, wykonując krótkie ekspozycje w okolicach wskazywanych przez Cartes du Ciel. Po pewnej chwili okazało się, że kometa jest za chmurami i dopiero po ok. 15 min pojawiła się w pełnej krasie ponad pasem chmur. Uzyskany efekt jest przypadkowy. Chmury po prawej stronie przypominają niektórym leżącego wodza Indian. Kometa mierzy w jego serce”

Sateliety Drogi Mlecznej ...czyli co się stanie, gdy podejdziesz za blisko

Od dawna astronomowie zastanawiali się, jak powstają galaktyki i jaki jest powód ich zróżnicowania. Teoria mówiąca o grawitacyjnym zapadaniu się pierwotnej materii nie tłumaczy wszystkiego, np. dlaczego niektóre galaktyki urosły do tak dużych rozmiarów. Problem ten dotyczył także Drogi Mlecznej. Pojawiła się sugestia, jakoby takie galaktyki jak nasza czy M31 urastały do obecnych rozmiarów dzięki łączeniu się z mniejszymi. Za taką hipotezą zdaje się przemawiać szereg obserwacyjnych faktów

Pierwszym dowodem na to, że Droga Mleczna właśnie w ten sposób osiągnęła swoje rozmiary, było odkrycie w 1994 r. galaktyki karłowatej w gwiazdozbiorze Strzelca (*Sagittarius Dwarf Elliptical* — Sgr dE*). Ze względu na dużą ilość pyłu i materii międzygwiazdowej, co stanowi warstwę niemal nieprzeniklą dla światła widzialnego, odkrycie to było możliwe dopiero po analizie obserwacji prowadzonych w podczerwieni.

W roku 1996 odkryto strumień gwiazd wyrwanych z Sgr dE prawdopodobnie przez siły pływowe Galaktyki. Była to pierwsza wskazówka, że Droga Mleczna pochłania materię innej galaktyki. Modele teoretyczne przewidywały istnienie całego pierścienia gwiazd i materii pochodzącej z Sgr dE, opasującego całą Galaktykę. Pierścień ten udało się zaobserwować w roku 1998. Badanie kształtu i rozmiarszczenia tego strumienia w przestrzeni doprowadziło astronomów do wniosku, że obszar ciemnej materii wokół Drogi Mlecznej jest sferycznie symetryczny. Sam pierścień został utworzony podczas kilku obiegów Sgr dE wokół centrum Galaktyki. Orbita galaktyki karłowej zmieniała w siebie pewnym stopniu na skutek utraty masy oraz pod-

* W gwiazdozbiorze Strzelca jest widoczna również inna galaktyka karłowa — niergeometria Sgr dIrr. Jednak nie jest ona grawitacyjnie związana z Drogą Mleczną.

wpływem rotacji dysku Drogi Mlecznej. Obecnie jest prawie prostopadła do dysku. Sama galaktyka Sgr dE znajduje się teraz w odległości 16 kpc od centrum Drogi Mlecznej i około 20 kpc od Słońca. Jej masa jest szacowana na co najmniej $10^8 M_{\odot}$, co wiąże się z okresem orbitalnym rzędu 10^9 lat. Wiek jej najstarszych gwiazd ocenia się na około 10–14 mld lat, co oznacza, że *Sagittarius Dwarf* mógł nawet dziesięciokrotnie przeciąć płaszczyznę dysku Drogi Mlecznej. Takie przejście wiąże się oczywiście z utratą sporej części materii. Są dowody wskazujące, że gromada kulista znana jako *Palomar 12* właśnie w ten sposób stała się częścią galaktycznego halo. Fakt ten jest o tyle ciekawy, że galaktyki karłowe nie miewają z reguły własnych gromad kulistych. Natomiast dla galaktyki Sgr dE jest znanych co najmniej pięć: *Palomar 12, Arp 2, Terzan 7, Terzan 8* oraz *M54*. Niewykluczone, że jest ich więcej. W naszej Galaktyce są znane także 4 gromady otwarte, których położenie wskazuje na ich związek z Sgr dE.

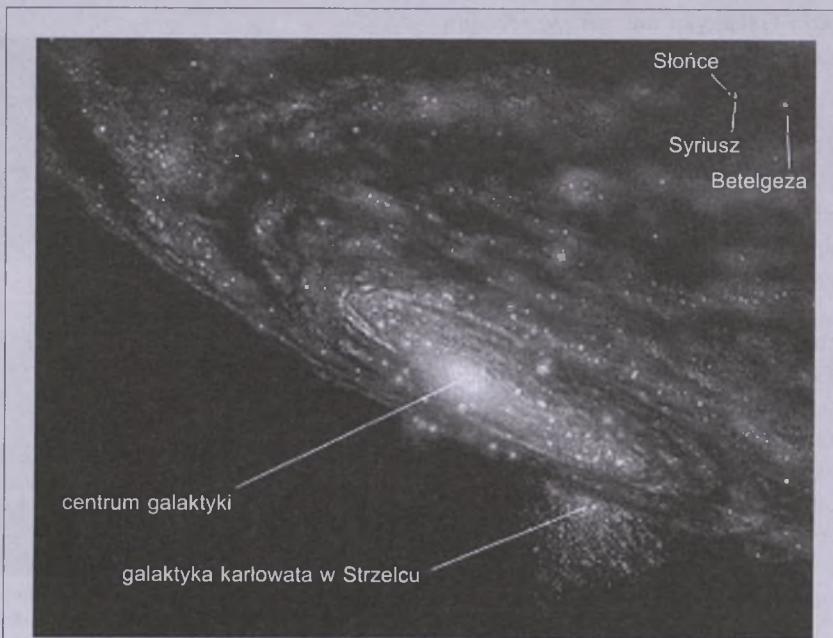
Z dokładnych badań Sgr dE wynika, że gwiazdy tej galaktyki wykazują podobieństwo do gwiazd Wielkiego Obłoku Magellana. W obu obiektach pewne klasy starych wyewoluowanych gwiazd, np. gwiazdy węglowe czy RR Lyrae, wykazują wyraźne podobieństwo. Powstała zatem hipoteza, że obie galaktyki mają wspólnego przodka —

większą galaktykę, która została rozebrana na skutek sił płynowych lub kolizji z Drogą Mleczną, ewentualnie Małym Obłokiem. Jednakże na niekorzyść tej hipotezy przemawiają następujące fakty:

- orbity LMC i Sgr dE są do siebie prawie prostopadłe,
- galaktyka Sgr dE mogłaby przetrwać tyle czasu tylko wtedy, jeśli „protoplasta” miał większą gęstość niż przewiduje to teoretyczny model kolizji,
- liczba gwiazd RR Lyrae przewidywana przez rozważany model kolizji nie jest zgodna z obserwacjami.

Jednak te niezgodności można解释, przyjmując, że Sgr dE została utworzona ze szczątków powstałych po kolizji LMC z obiektem wielkości Małego Obłoku Magellana.

W roku 2002 pojawiła się hipoteza, jakoby odkryta wówczas struktura w kształcie pierścienia otaczającego Drogię Mleczną była strumieniem materii wyrwanym przez siły płynowe z galaktyki satelitarnej, której orbita leży w płaszczyźnie zbliżonej do płaszczyzny dysku naszej Galaktyki. Tę hipotezę potwierdziła w listopadzie minionego roku grupa astronomów z Francji, Włoch, Wielkiej Brytanii i Australii. Analizując dane z przeglądu nieba w podczerwieni (*2 Micron All Sky Survey* — 2MASS), zauważali oni niesymetryczności w ułożeniu olbrzymów typu M względem płaszczyzny dysku Galaktyki. Olbrzymy typu M są



Rys. 1. Lokalizacja galaktyki karłowej w Strzelcu względem Słońca

gwiazdami chłodnymi, emitującymi znaczną część promieniowania właśnie w podczerwieni, zatem były łatwe do identyfikacji. Niesymetryczności te okazały się składnikami nie znanej do tej pory galaktyki karłowej.

Jej centrum jest widoczne w gwiazdozbiorze Wielkiego Psa, stąd nazwa *Canis Major Dwarf* (CMa). CMa znajduje się około 8 kpc od Słońca i 14 kpc od centrum Galaktyki, co oznacza, że to najbliższa sąsiadka Drogi Mlecznej. Pod wieloma względami jest podobna do Sgr dE. Największe podobieństwa odnajdujemy, badając populacje gwiazdowe obu obiektów: obie galaktyki

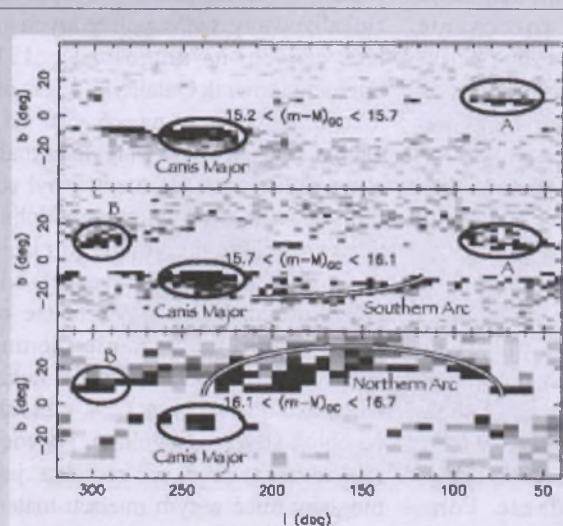
mają na przykład niemal identyczną liczbę olbrzymów typu M (CMa — 2300, Sgr dE — 2200). Na tej podstawie oszacowano, że obie galaktyki mają podobną jasność absolutną ($M_V = -13,4$ mag., patrz: Tab. 1), a biorąc pod uwagę zależność M/L od L , oszacowano całkowitą masę CMa na około $10^8 - 10^9 M_{\odot}$.

Kolejne podobieństwo między obiema galaktykami to obecność

w nich gromad. Przeprowadzono symulacje komputerowe dla dwóch modeli galaktyki CMa: z orbitą zgodną z rotacją Galaktyki i wsteczną. W obu otrzymano dobrą zgodność wartości położenia i prędkości radialnych dla kilkunastu gromad. Dopasowanie modelu z orbitą zgodną było jednak trochę lepsze.

Canis Major Dwarf także pozostawała za zasłoną pyłu i materii międzygwiazdowej, a jej odkrycie było możliwe dzięki obserwacjom w podczerwieni. Warto także dodać, że obie galaktyki zostały odkryte przez tych samych astronomów (kolejne podobieństwo).

Wiek gwiazd galaktyki karłowej CMa, szacowany na podstawie metaliwności, zawiera się w przedziale 2–7 mld lat. Jest jednak pewna liczba gwiazd młodych, wskazujących na to, że w CMa, nie dalej niż miliard lat temu, ponownie zostały zainicjowane procesy gwiazdotwórcze. Jest zatem młodsza niż Sgr dE. 2 mld lat swojego istnienia, może więcej, poświęciła na okrążanie Drogi Mlecznej. Zdążyła zrobić to już trzykrotnie, zostawiając strumień gwiazd i materii opasujący Galaktykę (widoczny na rys. 3). Droga Mleczna stopniowo wysysa z CMa gwiazdy i materię. Jesteśmy zatem świadkami kosmicznego kanibalizmu, jeszcze bardziej dramatycznego niż w przypadku Sgr dE. Według niektórych ocen masa materii zabranej CMa może stanowić nawet 1% masy Drogi Mlecznej. Prowadzi to do wniosku, że



Rys. 2. Rozmieszczenie olbrzymów typu M w danych z przeglądu 2MASS. Ciemniejsze punkty na diagramach odpowiadają większej liczbie tych gwiazd. Diagramy przedstawiają ten sam obszar nieba, dla trzech różnych wartości tzw. modułu odległości ($m-M$)

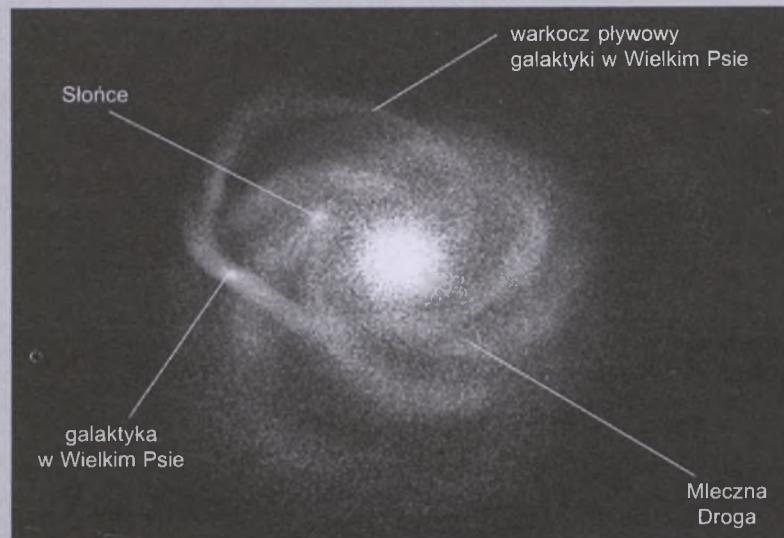
nasza Galaktyka nie jest „w średnim wieku”, lecz cały czas się tworzy.

Obie opisywane galaktyki karłowate są na łasce swojej galaktyki centralnej. Jaka jest ich przyszłość? W myśl jednej z teorii można odpowiedzieć: zamiana w HVC. Ten enigmatyczny skrót pochodzi od angielskiego terminu *High Velocity Cloud*, co w wolnym tłumaczeniu oznacza „szybką chmurę” albo „chmurę o dużej prędkości”. Nazwa ta odnosi się do gazowych obłoków, poruszających się z prędkościami nie dającymi się wytłumaczyć rotacją Galaktyki ($|v_{\text{LSR}}| > \sim 100 \text{ km/s}$). Oprócz nich wyróżniamy jeszcze *Intermediate Velocity Clouds* (IVC) — chmury o średniej prędkości.

Miedzy galaktykami (w najbliższym sąsiedztwie) i przez galaktyczne halo podróżują setki chmur HVC. Zostały odkryte w 1963 r. przez Mullera. Początkowo były obserwowane na częstotliwości 1420 MHz (wodór neutralny), szybko jednak odkryto, że emittują także w linii H_α oraz czasami w liniach innych zjonizowanych pierwiastków (SII, OIII, NII). Odkryto także liczne linie absorpcyjne, wskazujące na obecność takich pierwiastków, jak węgiel, żelazo czy glin.

Według kilku najpopularniejszych teorii HVC powstały jako:

- pozostałość po tworzeniu się Drogi Mlecznej,
- skupiska schłodzonej materii wyzuconej z Drogi Mlecznej na skutek



Rys. 3. Położenie galaktyki karlowatej w Wielkim Psie względem Słońca (patrz „Urania-PA” 1/04, s. IV okładki). Źródło: R. Ibata (Strasbourg Observatory, ULP) i in., 2MASS, NASA

wybuchów tzw. „superbąbli” (*supperbubble breakout*),

— gaz wyrwany przez siły pływowe z Obłoków Magellana (hipoteza raczej nieprawdopodobna dla HVC obserwowanych na półkuli północnej),

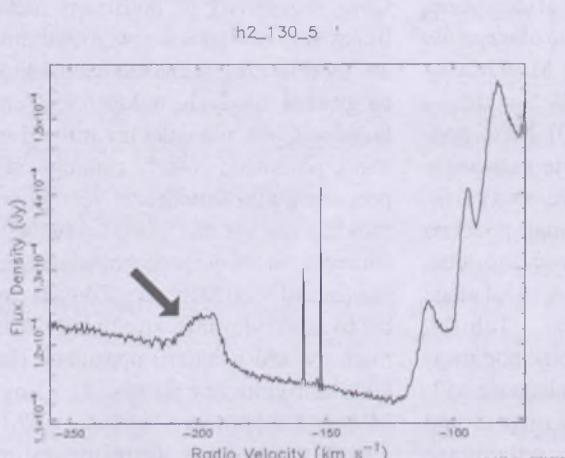
— szczątki galaktyk karlowatych, które zanadto zbliżyły się do Drogi Mlecznej (przyszłość CMa i Sgr dE?).

Same chmury znacznie różnią się między sobą, zwłaszcza jeśli chodzi o ich skład chemiczny. Dlatego można uznać, że każda z teorii ich tworzenia jest słuszna, gdyż tłumaczy powstanie jakiegoś konkretnego obiektu, np. tworzenie chmur o dużej zawartości metali

lub możliwość oszacowania odległości jest występowanie (bądź nie) linii absorpcyjnych w widmach gwiazd i galaktyk. Wiemy jednak, że występują różnego rodzaju oddziaływanie między chmurami HVC i Galaktyką. Za przykład może służyć akrecja materii z chmury znanej jako Complex C na dysku Drogi Mlecznej.

Niezwykle ciekawym przykładem jest chmura odkryta w 1971 r. przez Dietera i Hulbosha, nazwana, na cześć tego drugiego, *Complex H*. Zajmuje na niebie obszar o rozmiarach $\sim 10^\circ \times 15^\circ$. Wyróżniamy dwie jej podstawowe części: „rdzeń” i „ogon”. Rdzeń, o rozmiarach $2 \times 3 \text{ kpc}$, jest zlokalizowany we współrzędnych galaktycznych, na długości $l = 131^\circ$ i przecina równik Galaktyki. Masa obłoku szacowana jest na $\sim 6 \times 10^6 M_\odot$. Okazuje się, że jest to wartość za mała, aby obłok o tych rozmiarach był stabilny grawitacyjnie. Prawdopodobnie w równowadze utrzymuje go ciśnienie materii międzygalaktycznej. Niektórzy uczeni widzą w tym fakcie kolejny dowód na istnienie ciemnej materii. Obserwowana prędkość radialna to około -200 km/s („–” oznacza, że obłok się do nas zbliża). Największa (ujemna) prędkość radialna, jaką mogłyby mieć w tym miejscu materia galaktyczna, to około -160 km/s , obserwuje się zaś co najwyżej -120 km/s .

Badanie kompleksów jest utrudnione ze względu na słabą znajomość odległości do nich. Przeważnie jedyną



Rys. 4. Complex H (zaznaczony strzałką) obserwowany przez toruńską 32-m antenę RT4. Emisja z prawej strony ($|v_{\text{LSR}}| < 120 \text{ km/s}$) pochodzi od Galaktyki. Maksimum jest ponad 3 razy wyższe niż jej część widoczna na zamieszczonej ilustracji (dane nieobrobione). Współrzędne galaktyczne: $l = 130,5$, $b = 0$

Jest to gaz spowolniony przez oddziaływanie z Drogą Mleczną.

Analiza obserwacji prowadzonych przy pomocy 100-m radioteleskopu w Green Bank wykazała, że Complex H jest w istocie satelitą Drogi Mlecznej. Porusza się po orbicie, której kąt inklinacji wynosi około 230° . Complex H porusza się zatem ruchem wstecznym w płaszczyźnie nachylonej do płaszczyzny dysku Galaktyki pod kątem $\sim 50^\circ$. Drugi punkt, w którym orbita przecina płaszczyznę dysku, jest oddalony od centrum Drogi Mlecznej o około 30 kpc, w kierunku 38° od linii Słońca — centrum (licząc zgodnie z kierunkiem rotacji Galaktyki). Obecnie obłok znajduje się w odległości ~ 33 kpc od centrum Drogi Mlecznej.

Obliczony z symulacji komputerowej okres orbitalny jest rzędu 10^9 lat. Jeśli symulacja była poprawna, oznacza to, że Complex H wielokrotnie przecinał gazowy dysk Galaktyki, rozciągający się, według dzisiejszych danych, na około 50 kpc od centrum. Mamy zatem do czynienia z przykładem kolizji HVC z materią galaktyczną. Można się spodziewać, że kiedyś masa i rozmiary obłoku były dużo większe, jednak materia została wyrwana i weszana do dysku galaktycznego. Dowodem na to jest obecność niewielkich ilości gazu stopniowo spadającego na Droga Mleczną (słaba emisja w zakresie prędkości radialnych od -190 do -120 km/s), a także wspomianego

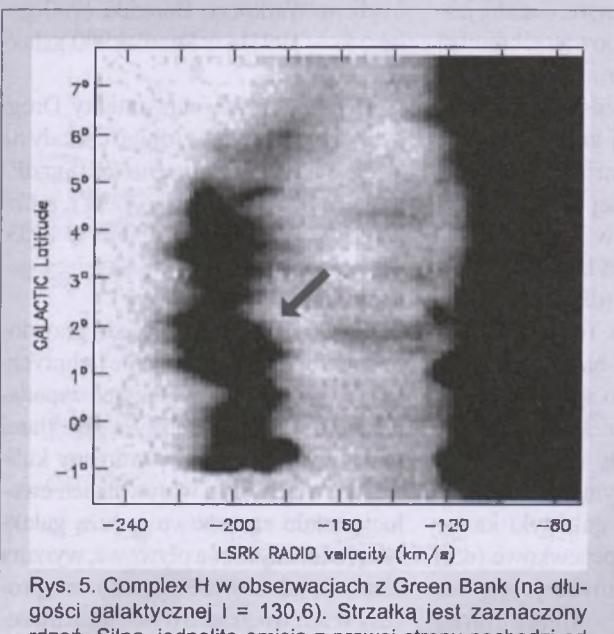
Tabela 1.
Zestawienie galaktyk orbitujących wokół Drogi Mlecznej (stan na rok 2003)

Nazwa	Odległość [ly]	Rok odkrycia	M_v	Rozmiar [ly]
Sagittarius	50 000	1994	-13,4	>10 000 (?)
Wielki Obłok Magellana (LMC)	160 000	—	-18,1	20 000
Mali Obłok Magellana (SMC)	180 000	—	-16,2	15 000
Ursa Minor	220 000	1954	-8,9	1 000
Sculptor	260 000	1938	-11,1	1 000
Draco	270 000	1954	-8,8	500
Sextans	290 000	1990	-9,5	3 000
Carina	330 000	1937	-9,3	500
Fornax	470 000	1938	-13,2	3 000
Leo II	750 000	1950	-9,6	500
Leo I	830 000	1950	-11,9	1 000

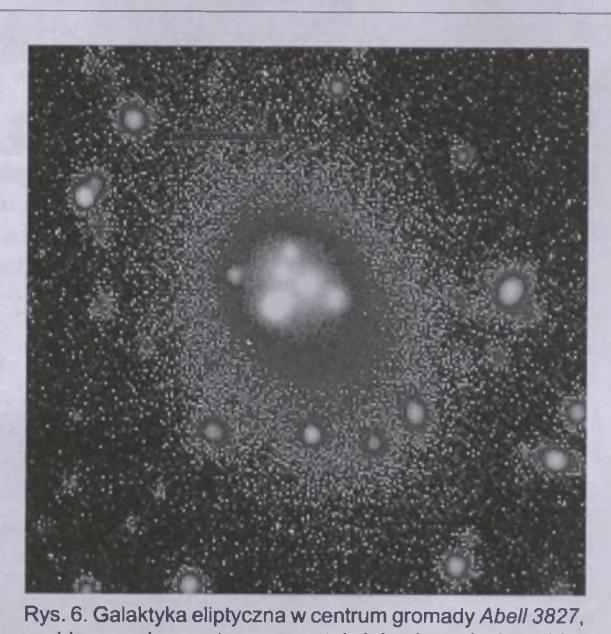
„ogona”, widocznego w postaci rozmytej smugi na rys. 5 na szerokościach galaktycznych $b > +5^\circ$. W świetle naszej obecnej wiedzy na temat Complexu H możemy stwierdzić, że jest on kolejnym przykładem satelity „zjadanej” przez Droga Mleczną.

Complex H wykazuje pod pewnymi względami podobieństwa do innych obiektów systemu Drogi Mlecznej. W małej skali przypomina on HVC związaną z Obłokami Magellana, tzw. Pas Magellana (*Magellanic Stream*). Podobieństwa dotyczą takich wielkości jak rozmiary poszczególnych komponentów, gęstość czy ciśnienie. W skali makro Complex H wykazuje podobieństwa do galaktyki karłowatej Leo A (znanej także jako Leo III) — oba obiekty mają podobny kształt i masę. Zatem prawdopodobne staje się stwierdzenie, że Complex H powstał ze zniszczenia przez Drogię Mleczną jakieś galaktyki karlowatej wielkości CMa albo Sgr dE.

Z powyższego wyłania się zatem obraz naszej Drogi Mlecznej (a także innych dużych galaktyk), który jeszcze niedawno był nie do pomyślenia. Nasza macierzysta Galaktyka nie jest spokojną, krczącą się „wyspą w Kosmosie”, ale tworem dynamicznym, który cały czas się rozrasta poprzez „kosmiczny kaniбалizm” i nie jest bynajmniej w tym od-



Rys. 5. Complex H w obserwacjach z Green Bank (na długosci galaktycznej $l = 130,6$). Strzałką jest zaznaczony rdzeń. Silna, jednolita emisja z prawej strony pochodzi od Galaktyki



Rys. 6. Galaktyka eliptyczna w centrum gromady Abell 3827, z widocznymi w centrum pozostałościami po pięciu wchłoniętych galaktykach karłowatych

osobniona. Obserwujemy przykłady rozrywania galaktyk, wsysania gwiazd i materii czy akrecji gazu na dysk, słowem (prawdopodobnie) całą historię, jaka może spotkać małą, nieważną galaktykę, która za bardzo się zbliży do galaktyki dużo większej.

Innych przykładów nie trzeba daleko szukać. Gdy kosmiczny teleskop Hubble'a „wziął pod lupę” jądro Wielkiej Galaktyki w Andromedzie, okazało się, że ma ono podwójną strukturę. Słabszy komponent jest prawdopodobnie jądem wchłoniętej niedawno galaktyki. Natomiast obserwacje gigantycznej galaktyki eliptycznej w centrum gromady *Abell 3827* ujawniły istnienie pozostałości aż pięciu galaktyk karłowatych w jej centrum. W trakcie „posiłku” jest także galaktyka w centrum gromady w Perseuszu (NGC 1275). Natomiast wokół galaktyki *Centaurus A* zaobserwowało się strumień gwiazd i materii, podobny do tego, jaki wokół Drogi Mlecznej zwrócił *Sgr dE*. Okazuje, że galaktyczny kanibalizm jest całkiem powszechny i jest on istotnym czynnikiem w procesie ewolucji galaktyk, a galaktyki karłowe mogą być „pierwotnymi”.

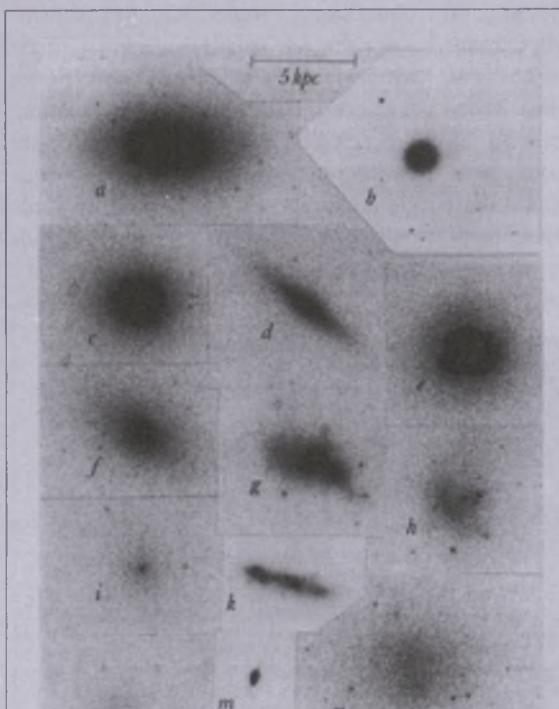
Samo określenie *galaktyki karłowej (dwarf galaxies)* odnosi się najczęściej do niewielkich galaktyk o małej absolutnej jasności powierzchniowej (LSB) i gładkim profilu jasności. Definicja ta nie jest uniwersalna. Poniżej $M_B = -18^m$ małe obiekty LSB dzielimy na:
 — zwarte, o dużej jasności powierzchniowej w centrum (np. M32),
 — rozmyte, o małej jasności powierzchniowej w centrum.

Przedstawicielkami drugiej grupy są galaktyki karłowe Grupy Lokalnej. Często spotyka się w literaturze podział na karłowe eliptyczne (dE) i sferoidalne (dSph). Ten podział jest jednak bardzo nieścisły i często spotyka się ten sam obiekt przyporządkowany do obu grup. Poza tym wyróżnia się często galaktyki karłowe soczewkowe (dS0 — znanych jest tylko kilka) nieregularne (dlrr) i cały wachlarz form przejściowych.

Pierwsze galaktyki karłowe odкрыл Shapley w 1938 r. Zostały nazwane *Fornax dE* i *Sculptor dE*, od nazw gwiazdozbiorów, w których je widzimy (odpowiednio: Piec i Rzeźbiarz). Dalsze ich obserwacje ujawniły, że są grawitacyjnie związane z Drogą Mleczną, a dokładniej, że są jej satelitami. Kolejne odkrycia galaktyk karłowych w Grupie Lokalnej przyniosły w latach 1950-55 Palomarski Przegląd Nieba — *Palomar Sky Survey* (m.in. Leo I, Leo II, UMi, Dra — kolejne satelity Drogi Mlecznej). Odkrywano także liczne obiekty tego typu w innych gromadach — rekordzistkami są gromady w Warkoczu Bereniki (700 galaktyk — 1993) i w Pannie (900 galaktyk — 1983).

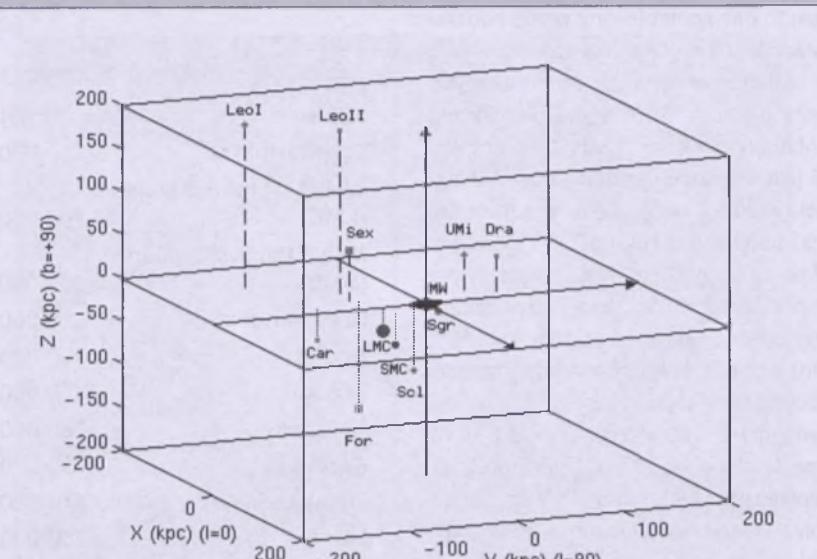
Dwa najbliższe nam satelity Drogi Mlecznej stosunkowo długo czechały na swoje odkrycie: *Sagittarius dE* (*Sgr dE*) został zaobserwowany w 1994 r. a *Canis Major dE* (*CMa*) dopiero w 2003. Obecnie znanych jest kilka tysięcy galaktyk karłowych.

Galaktyki dE tworzyły się prawdopodobnie tak jak „normalne” eliptyczne (E) — przez grawitacyjne zapadanie się obłoków materii. Są obiektami mniej zwartymi niż np. gromady kuliste, tak więc wielki wpływ na ich ewolucję miało sąsiedztwo z dużą galaktyką (oddziaływanie pływowe, wyrzuty materii), jak również gwałtowne procesy w ich wnętrzach (np. wybuchy supernowych, zmienność pola promienowania UV). Dowiedzono też, że



Rys. 7. Zestawienie niektórych obiektów z gromady w Pannie, reprezentujących różne typy niewielkich galaktyk:

- c, f, i, l) — karłowe eliptyczne dE;
- a, d) karłowe soczewkowe dS0;
- b) LSB zwarta;
- g, h, k, m) nieregularne dlrr;
- e, n) formy pośrednie



Rys. 8. Rozmieszczenie w przestrzeni obiektów z tabeli 1

galaktyki karłowate mogą powstawać na skutek rozpadu galaktyk w wyniku kolizji. Tłumaczy to ich ogromną liczbę w gromadach takich, jak np. w Panne.

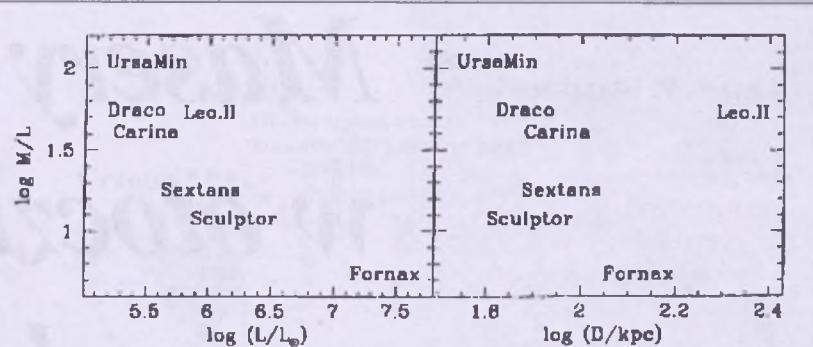
Masy galaktyk karłowatych są rzędu $10^7 - 10^8 M_{\odot}$, a jasności absolutne od -18 do -8 mag. (w paśmie B). Z reguły zawierają stare wyewoluowane gwiazdy II populacji oraz nie zawierają dużo gazu i pyłu. Jednak w tych, które znajdują się dalej od centralnej galaktyki w gromadzie, obserwuje się gwiazdy „w średnim wieku” oraz całkiem młode, a nawet właśnie się tworzące (jak w przypadku NGC 1569 czy M102).

Interesujący jest fakt, że dla galaktyk karłowatych stosunek masa-jasność (M/L) jest całkiem duży: od 5 do ponad 100 (dla gromad kulistych $M/L = 2$). Wskazuje to na znaczną ilość ciemnej materii w tych obiektach. Widoczne są także korelacje M/L z samą jasnością oraz z odległością od galaktyki centralnej: wraz ze wzrostem tych wielkości wartość M/L znacznie się zmniejsza. Wyjątkiem jest galaktyka Leo II. Przyczyna tego odstępstwa nie jest jeszcze dokładnie poznana.

Bibliografia

Podstawowe dane tu prezentowane zaczerpnąłem m.in. z następujących prac:

Bignelli B., Ferguson H.C. *Dwarf El-*



Rys. 9. Zależność stosunku masa-jasność od jasności i odległości od Galaktyki

iptical Galaxies. Astron.Astroph.Rev. 6, 67-122, (1994).

Ibata R. A., Gilmore G., Irwin M. J. *A Dwarf Satellite Galaxy in Sagittarius. Nature*, Vol. 370, No. 6486 (1994).

Ibata R. A., Gilmore G., Irwin M. J. *Sagittarius: the Nearest Dwarf Galaxy. Mon.Not.R.Astron.Soc.* 277, 781-800 (1995).

Martin N. F., Ibata R.A., Bellazzini M., Irwin M.J., Lewis G.F., Dehnen W. *A Dwarf Galaxy Remnant in Canis Major: the Fossil of an In-Plane Accretion onto the Milky Way. astro-ph/0311010* (2003).

Bellazzini M., Ibata R.A., Monaco L., Martin N. F., Irwin M.J., Lewis G.F. *The Moon Behind the Finger. Detection of the Canis Major Galaxy in the Background of Galactic Open Clusters. astro-ph/0311119* (2003).

Lockman F. J. *HI Clouds Beyond the Galactic Disc. astro-ph/0311047* (2003).

Lockman F. J. *High Velocity Cloud Complex H: a Satellite of the Milky Way on a Retrograde Orbit? astro-ph/0305408* (2003).

oraz z Internetu z portali:

Chandra X-Ray Observatory
(<http://chandra.harvard.edu/>)

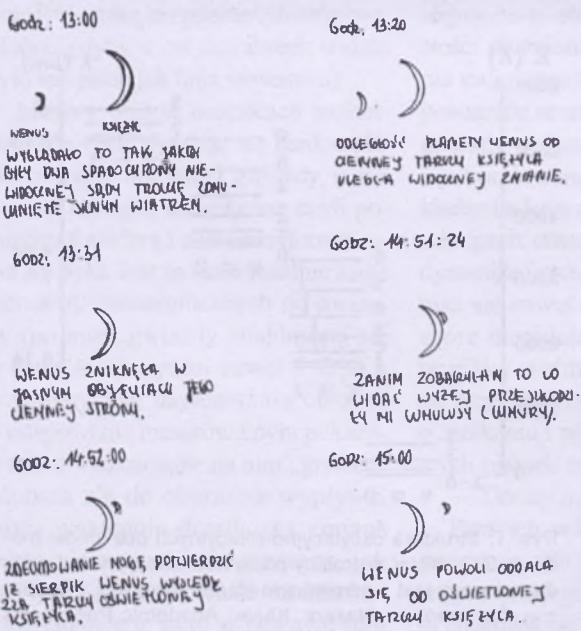
SolStation (<http://solstation.com/>)

NRAO Green Bank
(<http://www.gb.nrao.edu/>)

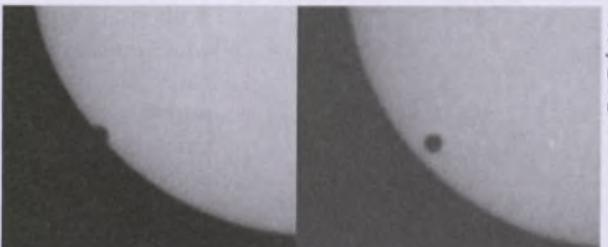
SIMBAD Astronomical Database
(<http://simbad.u-strasbg.fr/>)

Autor jest studentem III roku astronomii na UMK w Toruniu. Artykuł powstał na podstawie jego pracy seminaryjnej

Wenus za Księzcem, Wenus przed Słońcem...



Najpierw, 21 maja, w godzinach popołudniowych, druga planeta od Słońca schowała się za ciemnym brzegiem tarczy Księzycza. Obserwowała to zjawisko i zanotowała w postaci rysunku Krystyna Jaskulska z Gdyni (rys. obok). Jednak znacznie więcej emocji dostarczyło miłośnikom astronomii o wiele rzadsze zjawisko przejścia tej planety przed tarczą naszej dziennej gwiazdy 8 czerwca, które zaczęło się późnym rankiem, a skończyło w godzinach południowych. Sporo emocji spowodowała w tym przypadku ziemskiego atmosfera, przez co w naszym kraju mało kto mógł widzieć całe zjawisko. M.in. relacje otrzymaliśmy od panów T. Ścieżora i J. Pleszki z Oddziału Krakowskiego PTMA, skąd pochodzi poniższe zdjęcie



Fot. T. Ścieżor

Maserы SiO w otoczkach gwiazdowych

Po zakończeniu swojej ewolucji na ciągu głównym diagramu H-R gwiazdy przechodzą, w zależności od masy, w rejon asymptotycznej galęzi olbrzymów lub do obszarów zajmowanych przez nadolbrzymy. Procesy wewnętrz gwiazdy powodują, że jej rozmiary rosną, zewnętrzne obszary zaczynają pulsować, a z powierzchni w dużym tempie wypływa materia. Wokół takich gwiazd z czasem powstają obszary — otoczki — w których mogą wystąpić procesy prowadzące do zaistnienia emisji maserowej. Najbliżej powierzchni gwiazd obserwuje się masery tlenku krzemu, SiO

Wprowadzenie

Problem emisji maserów kosmicznych był poruszany już niejednokrotnie w „Uranii — Postępach Astronomii”.

W „PA” (1/1996) przedstawiłem ogólny obraz maserów kosmicznych: opis podstaw emisji maserowej, jej występowanie oraz możliwości, jakie niosą ze sobą badania maserów. W „Uranii-PA” (6/2002) skupiłem się na właściwościach gwiazd AGB wydedukowanych z radiowych obserwacji emisji maserowej pochodzącej z rozległych otoczek tych gwiazd. We wspomnianym tekście przedstawiłem ogólny obraz otoczek, miejsce występowania poszczególnych maserów i w wielkim skrócie ich właściwości. W niniejszym artykule chciałbym skupić uwagę Czytelników na maserach SiO — najczęściej obecnie obserwowanej emisji maserowej.

Emisja molekuły SiO została zaobserwowana po raz pierwszy w grudniu 1973 r. przez Snydera i Buhla.

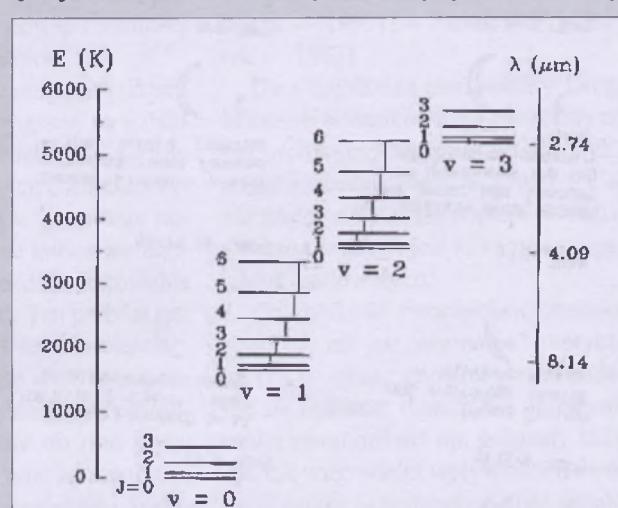
Zarejestrowali oni linie widmowe na częstotliwości 86 GHz (3,48 mm) w obszarze mgławicy Oriona, związane z bardzo młodą gwiazdą Orion IrC2. W roku później Davis, Thaddeus oraz ich współpracownicy odkryli emisję ma-

serową tlenku krzemu na częstotliwości 43 GHz (7 mm), prowadząc obserwacje w kierunku mgławicy Oriona oraz gwiazdy zmiennej półregularnej W Hya. Do tej pory odkryto ponad 1200 maserów SiO — zdecydowana większość linii maserowych występuje w otoczkach wokółgwiazdowych wyewoluowanych gwiazd tlenowych.

Właściwości

Dotychczas zaobserwowano emisję maserową molekuły ^{28}SiO docierającą z przestrzeni kosmicznej odpowiadającą przejściom rotacyjnym od $J=1-0$ (43 GHz) do $J=10-9$ (430 GHz), przy stanach oscylacyjnych od $v=0$ do $v=4$ (patrz rys. 1). Obserwuje się także emisję niektórych izotopów tlenku krzemu (^{29}SiO , ^{30}SiO).

Cechą charakterystyczną dla emisji



Rys. 1. Struktura oscylacyjno-rotacyjnych poziomów molekuły SiO. Widac 4 drabiny poziomów rotacyjnych J , każda związana jest z odmiennym stanem oscylacji v (z: Elitzur, *Astronomical Masers*, Kluver Academic Publishers, 1992)

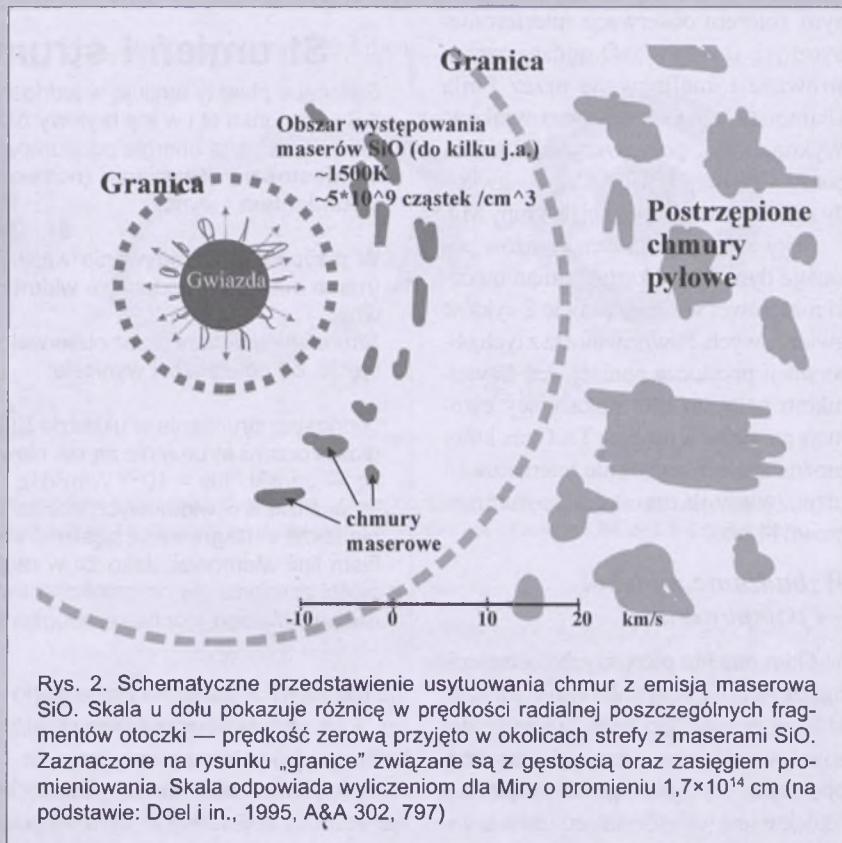
maserowej SiO w otoczkach wokółgwiazdowych jest fakt, że obserwujemy głównie składniki wzmacniane tangencjalnie. Rejestrowane są widma dwuwymiarowe, czyli widma, będące przedstawieniem wartości natężenia (strumienia) promieniowania w funkcji częstotliwości lub długości fali, a w przypadku radiowym, po przekształceniu, w funkcji prędkości radialnej, które odnoszą się do obszarów leżących dla obserwatora z boku gwiazdy. Przypomnę, że w przypadku maserów OH widać głównie emisję wzmacnioną radialnie, czyli w obszarach leżących przed i za gwiazdą, która tworzy często charakterystyczne podwojone profile.

Na rys. 3 przedstawiającym 2-wymiarowe widma maserów w otoczce VY CMa widać, że prędkość radialna linii SiO pokrywa się z prędkością radialną gwiazdy centralnej — obserwujemy zatem emisję z obszaru „pierścienia” otaczającego gwiazdę.

Profile widmowe maserów SiO w otoczkach wokółgwiazdowych zajmują obszar o rozpiętości od kilku do kilkunastu km/s (w przypadku nadolbrzymów), zaś ich centrum pokrywa się z dokładnością do 1 km/s z prędkością radialną gwiazdy.

Obrazy interferometryczne (rys. 4 oraz rys. 6a) pokazują, że emisja złożona jest, tak jak w przypadku innych maserów, z poszczególnych obłoków („plamek maserowych”), w których zachodzi zjawisko maserowe. Poszczególne plamki mają rozmiary rzędu 10^{14} cm, a ich temperatura jasnościowa przekracza 10^{10} K (taką temperaturę miałoby np. Słońce, gdyby w całym zakresie widma było tak jasne jak linia maserowa).

Masery SiO w otoczkach wokółgwiazdowych znajdują się bardzo blisko powierzchni samej gwiazdy, w tak zwanej rozległej atmosferze, czyli pomiędzy fotosferą i obszarem formowania się pyłu. Jest to maksymalnie kilka jednostek astronomicznych od gwiazdy (promień gwiazdy znajdującej się w fazie AGB wynosi nawet 1–2 j.a.). Schematyczne usytuowanie obszaru występowania maserów i pyłu pokazuje rys. 2. Zaznaczone na nim „granice” odnoszą się do obszarów wypływu, gdzie występuje drastyczna zmiana gęstości materii, temperatury, jak i wpływu promieniowania na kinematykę. Granice te są to w pewnym sensie fale uderzeniowe, których położenie



nie zmienia się w czasie pulsacyjnego cyklu gwiazdy.

Zmiennosć emisji maserowej SiO

— Widma dwuwymiarowe

Zmienności maserów SiO w otoczkach gwiazd późnych typów widmowych poświęcono wiele uwagi w literaturze.

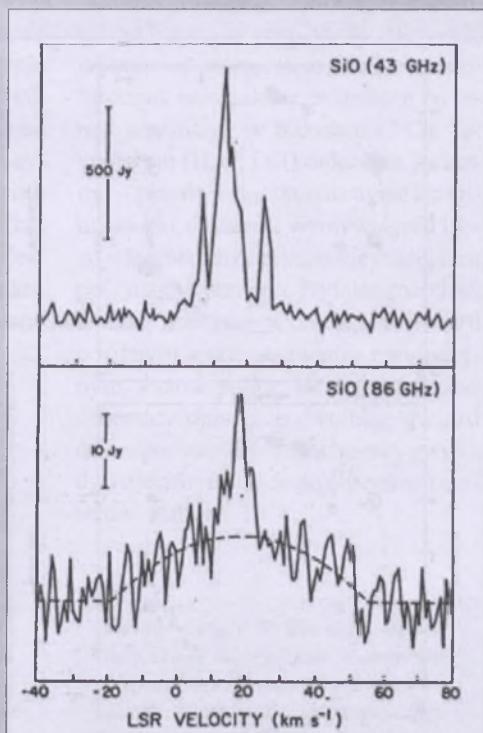
Jednym z podstawowych wniosków jest to, że zmiany następujące w obserwowanej gęstości strumienia promieniowania radiowego (patrz ramka) są powiązane ze zmiennością samej gwiazdy — krzywe zmienności są skorelowane. Jednakże dokładne badania zmian w krótkich odstępach czasu pokazują dużą dynamikę (strumień może zmieniać się nawet stukrotne) oraz spore nieregularności. Kształt profilów widmowych zmienia się z cyklu na cykl, co świadczy o zanikaniu i pojawianiu się nowych plamek maserowych.

— Obrazy interferometryczne

Pierścień, w którym obserwuje się emisję SiO, nie jestensem statycznym: jego kształt i rozmiary zmieniają się wraz ze zmianami fazy cyklu gwiazdowego.

Pomiary dokonane dla Miry R Aqr pokazały, że obszary z emisją maserową nie tylko ekspandują, ale mogą opadać w kierunku gwiazdy z prędkością około 4 km/s.

Najbardziej jak dotychczas komple-



Rys. 3. Widma emisji maserowej SiO w otoczce gwiazdy VY CMa (z: Reid & Moran, 1981, Annu. Rev. Astron. Astrophys. 19, 231)

nym zbiorem obserwacji interferometrycznych maserów SiO są dane zarejestrowane i analizowane przez Phila Diamonda i jego współpracowników. Wykonali oni, począwszy od 1997 r., ponad 40 obserwacji TX Cam — gwiazdy AGB zakwalifikowanej do grupy Mir.

Sekwencja uzyskanych obrazów pokazuje dynamikę i kształt zmian otoczków maserowej w czasie prawie 2 cykłów gwiazdowych. Pewne wnioski z tych obserwacji przytoczę poniżej, zaś Czytelnikom polecam film pokazujący ewolucję maserów w otoczce TX Cam, który można znaleźć na stronie internetowej: <http://www.jb.man.ac.uk/~ioannis/tksam44.html>

Wzbudzanie molekuł — pompowanie

Od momentu pierwszych obserwacji maserów SiO powstało wiele modeli, których celem było wyjaśnienie procesów, jakie doprowadzają do inwersji obsadzeń, czyli do tego, że większość molekułów jest wzbudzona, co jest warunkiem niezbędnym do zaistnienia akcji maserowej. W tej materii dominują dwa poglądy: część obserwacji skłania do twierdzenia, że źródłem wzbudzenia są zderzenia, inną możliwością jest wzbudzanie promieniste.

Jak pokazują modele, udział zderzeń i procesów promienistycznych we wzbudza-

Strumień i strumień zintegrowany

Świecące obiekty emittują w jednostce czasu z elementu swojej powierzchni ΔS w kierunku Θ i w kąt bryłowy $\Delta\Omega$ energię w ilości I , co znamy natężeniem. Całkowita energia podsumowana po wszystkich kierunkach nazywa się gęstością strumienia (nomenklatura radioastronomiczna) lub krótko strumieniem i wynosi:

$$S = \int I \cos\Theta \, d\Omega$$

W przypadku rozpatrywania wąskiego przedziału energii promieniowania (ma to miejsce w badaniach widm) natężenie $I = fI_v \, dv$, gdzie v — częstotliwość.

Strumień odbierany przez obserwatora S_o uzupełniony jest, w najprostszym ujęciu, od odległości i wyniesie:

$$S_o = S/d^2$$

Jednostką strumienia w układzie SI jest [wat/metr²/herc]. W praktyce, w radioastronomii strumienie są tak niewielkie, że wprowadzono nową jednostkę — Janski: $1\text{Jy} = 10^{-26} \text{W/m}^2/\text{Hz}$.

W analizie linii widmowych często bada się nie tylko wartość strumienia, ale także zintegrowaną gęstość strumienia — pole powierzchni pod profilem linii widmowej. Jako że w radioastronomii długości fali lub częstotliwości zamienia się na prędkości radialne (patrz „U-PA” 6/2002, s. 256 — ramka), dlatego jednostką strumienia zintegrowanego jest [Jy km/s]

niu jest różny w zależności od odległości, a co za tym idzie, od temperatury kinetycznej (jest to miara prędkości cząsteczek, która w omawianych obszarach ma wartości 500–1500K) i gęstości materii — gęstość wodoru H₂ wynosi w tych obszarach nawet ponad 10¹⁰ cząsteczek/cm³. Wydaje się więc, że oba postulowane sposoby pompowania maserów SiO mają miejsce w otoczkach gwiazdowych, a to, który z nich dominuje, jest uzależnione od warunków fizycznych panujących w danym obszarze.

Czego uczą nas wokółgwiazdowe masery SiO?

a) Pole magnetyczne blisko gwiazdy

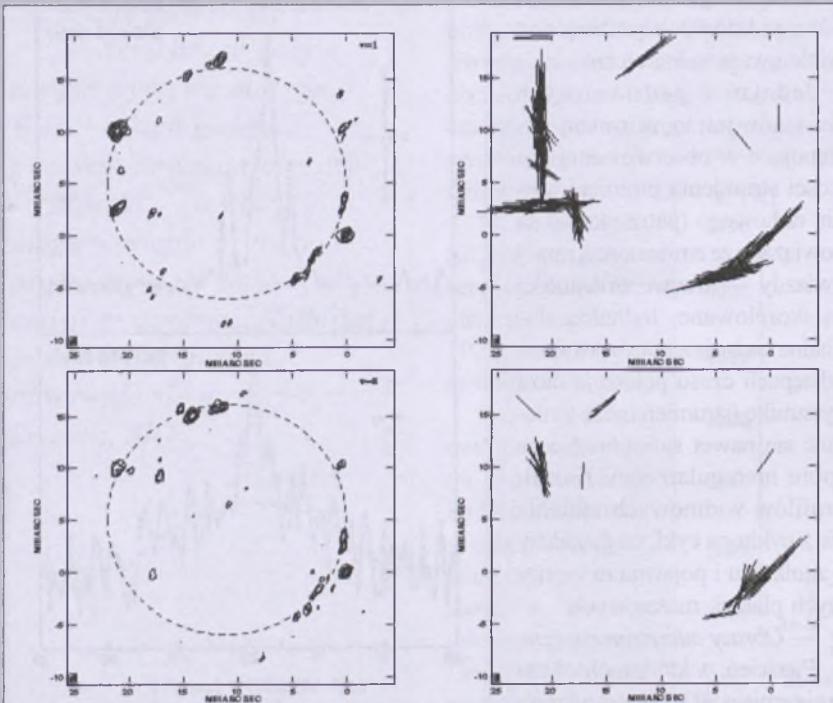
O polu magnetycznym dowiadujemy się z obserwacji polarymetrycznych — obserwuje się promieniowanie radiowe spolaryzowane prawo- i lewośkrutnie kołowo oraz promieniowanie spolaryzowane liniowo. Na tej bazie jesteśmy w stanie odtworzyć kierunki i wartości wektorów pola magnetycznego w danym miejscu otoczków (patrz rys. 4 i rys. 6a). W przypadku wielu gwiazd obserwuje się bardzo dużą polaryzację promieniowania maserowego (nawet 50%), która wskazuje, że pole magnetyczne osiąga w tych rejonach wartości rzędu 10 Gs (czyli 10⁻⁴ T [tesli] — 1T = 1 V s/m²).

Przy takich wartościach natężenia pola magnetycznego jest ono, obok ciśnienia promieniowania, główną siłą, która ma wpływ na kinematykę obłoków z maserami SiO.

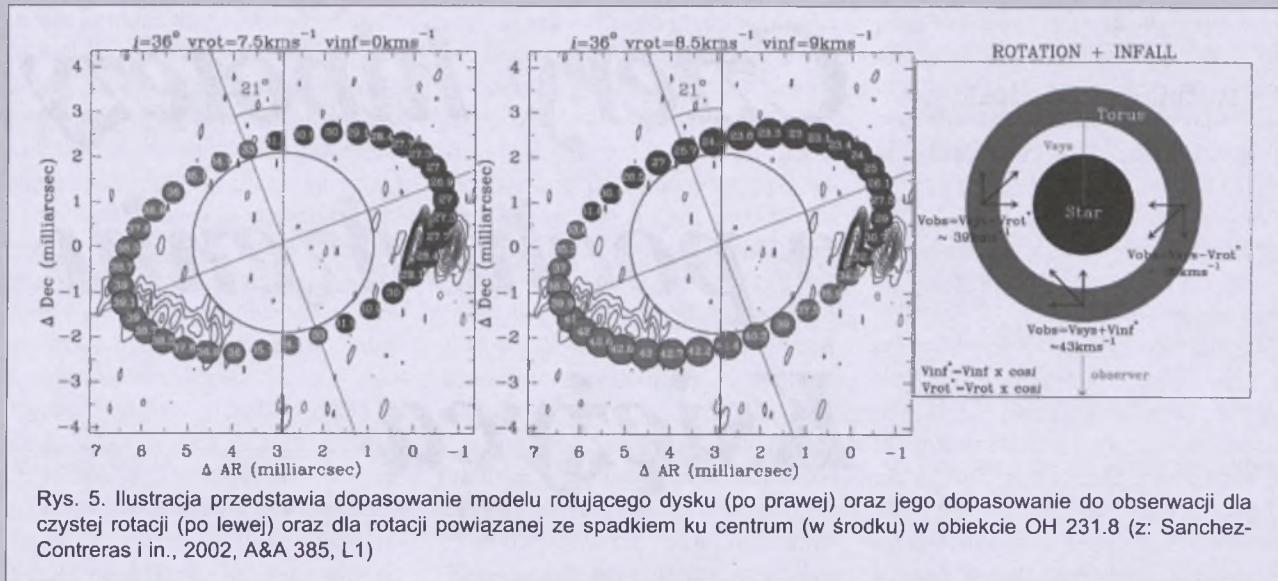
b) Wypływ materii z powierzchni gwiazdy — najbliższe otoczenie gwiazdy

W przypadku gwiazd AGB tempo utraty masy wynosi od 10⁻⁷ do nawet 10⁻⁴ M_{sun}/rok. Monitorowanie maserów SiO pokazuje, że tempo wypływu materii z gwiazdy centralnej nie ma związku z wielkością obserwowanego strumienia promieniowania, a przynajmniej związek ten nie jest tak duży jak wpływ tempa utraty masy na wielkość i kształt emisji maserów H₂O i OH.

Jednakże obserwacje ewolucji emisji maserowej SiO pozwalają uzyskać



Rys. 4. Obrazy interferometryczne maserów SiO w otoczce gwiazdy stwarzoszonej z obszarem IRC +10011. Po stronie lewej widać plamki emisji maserowej, po stronie prawej pokazano wektory polaryzacji liniowej. (z: Desmurs i in., 2000, A&A 360, 189)



Rys. 5. Ilustracja przedstawia dopasowanie modelu rotującego dysku (po prawej) oraz jego dopasowanie do obserwacji dla czystej rotacji (po lewej) oraz dla rotacji powiązanej ze spadkiem ku centrum (w środku) w obiekcie OH 231.8 (z: Sanchez-Conteras i in., 2002, A&A 385, L1)

więcej informacji o kinematyce gazu. Wieloepokowe obserwacje interferometryczne ujawniają, że materia nie tylko wypływa na zewnątrz, ale także opada w kierunku gwiazdy, co może mieć związek z polem magnetycznym. Innym wnioskiem jest to, iż gaz wypływa z najbliższej okolicy gwiazdy często nie w formie sferyczno-symetrycznej, ale raczej bipolarne w postaci obszarów — bąbl lub chmur — o podwyższonej gęstości. W najbardziej wewnętrznym obszarze otoczki ruch materii podlega turbulencjom. Na dodatek wszystko przemawia za tym, że już same atmosfery gwiazd są wysoce niejednorodne i niestabilne termicznie. Dużą rolę odgrywa także rotacja gwiazdy centralnej, a obserwacje potwierdzają, że obszar z maserami SiO także rotuje.

Wspomniana już animowana sekwencja obrazów interferometrycznych, którą Czytelnik może odszukać w Internecie pod podanym wcześniej adresem, ujawnia ruch obłoków z akcją maserową.

c) Ewolucja gwiazd AGB

Maser SiO obecne są przez prawie cały okres przebywania gwiazdy na asymptotycznej gałęzi olbrzymów, a przez to pozwalają na badanie najbliższego otoczenia gwiazdy w różnych stadiach ewolucji. Powyżej przedstawiłem wyniki uzyskane głównie dla gwiazd typu Mira Ceti.

Niezmiernie ciekawymi obiektami są także protomglawice planetarne oraz mgławice planetarne, będące końcową fazą ewolucji na AGB.

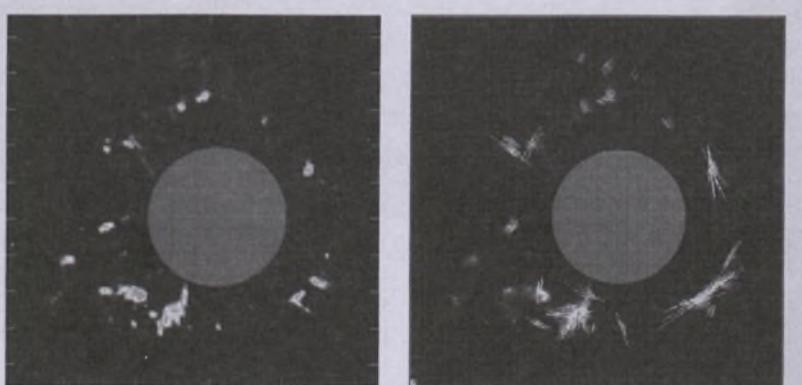
Wypływająca materia tworzy często bipolarną strukturę takich mgławic, co jest dziwne, zważywszy, iż rozległe otoczki gwiazd typu Mira czy półregularnych są raczej, jak się przypuszcza na podstawie danych obserwacyjnych, symetrycznie sferyczne, choć niejednorodne. W modelach postulowano istnienie dysku blisko gwiazdy, który byłby głównym źródłem napędzania i ukierunkowywania wypływu. Dysk taki zaobser-

wowano w roku 2000 amerykańską siecią radioteleskopów VLBA wokół gwiazdy w centrum młodej protomglawicy planetarnej OH 213.8.

Grupa radioastronomów z OAN (Observatorio Astronomico Nacional) w Hiszpanii pokazała, że do rozkładu prędkości radialnych poszczególnych składników emisji SiO można dopasować rotujący zacieśniający się wokół centrum torus (rys. 5), co potwierdza wcześniejsze przypuszczenia.

Zakończenie

Emisja maserowa w otoczach gwiazd późnych typów widmowych, jakkolwiek interesująca jako zjawisko fizyczne, niesie wiele informacji na temat warunków w najbliższym (SiO), jak i dalszym (H_2O , OH) otoczeniu gwiazdy — przede wszystkim na temat kształtu otoczki, dynamiki wypływu gazu i jego właściwości oraz kształcie i natężeniu pola magnetycznego. Badając charakterystykę maserów w otoczach gwiazd o różnym zaawansowaniu ewolucyjnym, można poprawiać i udoskonalać schematy opisujące ewolucję gwiazd oraz wpasowywać w te schematy gwiazdy o niejasnym, do czasu obserwacji maserów, statusie.



Rys. 6. a) Obraz interferometryczny emisji maserowej SiO w otoczce TX Cam. Dysk pokazuje rozmiary centralnej gwiazdy; b) Obraz przedstawiający usytuowanie wektorów polaryzacji liniowej w otoczce TX Cam

Doktor Leszek P. Błaszkiewicz jest adiunktem na Wydziale Matematyki i Informatyki Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie. Jego zainteresowania naukowe skupiają się obecnie na maserach w obszarach powstawania gwiazd i w otoczkach gwiazd AGB

Cztery hipotezy o pochodzeniu Księżyca

Do początków XVII stulecia ludzkość знаła i obserwowała tylko jeden jedyny księżyc — Lunę, naturalnego satelitę Ziemi — a i to dowiedziała się o tym niespełna wiek wcześniej, kiedy Mikołaj Kopernik z Torunia rozpowszechnił swój heliocentryczny model świata. Ludzie dowiedzieli się wtedy, że Ziemia także jest planetą obiegającą Słońce, natomiast Księżyca nie jest samodzielną planetą, lecz obiektem w tym systemie (modelu) wyjątkowym: on i tylko on obiega Ziemię, natomiast wszystkie inne planety (w tym Ziemia wraz z Księżycem) obiegają Słońce

Od zarania dziejów ludzkości niebo, widniejące na nim obiekty oraz zachodzące zdziwiające, różnorodne i rozmaite zjawiska ogromnie fascynowały człowieka. Oprócz Słońca wędrującego po błękitnym sklepieniu niebos w ciągu dnia (no i oczywiście gwiazd widocznych nocą na ciemnym tle jakby kołuły nakrywającej ziemię), jeszcze jedno ciało kosmiczne stanowiło obiekt szczególnych zainteresowań oraz rozwrażeń — bo cóż to jest za ciało wielkości (kątowej) Słońca: świeci, lecz nie grzeje, w dodatku drastycznie zmienia swój wygląd; raz widoczne tylko w ciągu nocy, a niekiedy również w porze dziennnej?

To Księżyca, ten nasz naturalny satelita, owa „planeta blada” (Luna, Selene) bądź Srebrny Glob, nieustannie towarzyszący Ziemi (w jej obiegu wokół Słońca), jest właśnie znany ludzkości od niepamiętnych czasów. Jemu też poświęcano bodajże najwięcej uwagi — i to nie tylko w porze nocnej, na co wydają się wskazywać mity wielu narodów Ziemi — np. „Luna dwurożna była symbolem Wielkiej Bogini...” (Jadwiga Żylińska: *Kaplanki, Amazonki i Czarownice. Opowieść z końca neolitu i epoki brązu, 6500-1150 lat p.n.e.*, PIW, Warszawa 1978 — są to właściwie opowieści fantastyczno-historyczne).

W innej fantastyczno-(pre)historycznej powieści J. H. Rosny’ego *Kot olbrzymi — tygrys Kzamów*, która wraz z pierwszą częścią — *Walka o ogień* — posłużyła za tworzywo do filmu

pod tym samym tytułem, autor daje taką oto wizję literacką prapoczątków zainteresowań astronomicznych:

Miesiąc, przeszedłszy połowę swej drogi, zniżała się ku zachodowi; kilka gwiazd migotało nad pustkowiem. Zur zadawał sobie pytanie, jacy to ludzie zapalali je co wieczór. Były zdziwiająco małe. Rzekłbyś, koniuszki żarzącego się luczywa, podczas gdy słońce i księżyc były podobne do ogniska z kilku gałęzi. Ale, że gorzały tak długo, znaczy to, że ich płomień jest bez przerwy podsycany; Zur usiłował dojrzeć tych, co dorzucali drew i nie mógł pojąć, dlaczego pozostawali niewidoczni... Niekiedy zastanawiał się nad żarem słońca, mocniejszym, gdy znajduje się u szczytu nieba, niż wieczorem, gdy staje się ogromne... Myśli te przedko zniechęcały i nużyły Zura. Porzucił je, a nawet zapominał o nich zupełnie...

Nazwa Księżyca jest rdzennie polska i oznacza syna księcia, czyli władcę (nieba), za jakiego ludność prapolska uważała Słońce. Inna nazwa — Miesiąc — jest ogólnosłowiańska, a nawet indoeuropejska (wyjątek stanowi np. akurat łacińska nazwa — Luna), i wyraża przedział czasu, w jakim to ciało niebieskie zmienia swój wygląd (fazy) od pełni do pełni (czy też od nowiu do nowiu). Najbardziej właściwym określeniem tego obiektu kosmicznego jest jednak słowo satelita oznaczające po łacinie obiekt (lub osobę) towarzyszący (a pierwotnie — „członek straży przybocznej”).

W świecie muzułmańskim widowi-

skowa koniunkcja „młodego” Księżyca z planetą Wenus — Gwiazdą Wieczorną bądź Poranną — stała się świętym symbolem i godłem uwiecznionym na flagach wielu państw islamskich, ale poprawnie tylko na fladze tureckiej. Kraje muzułmańskie (lecz nie tylko one) do dziś używają kalendarza księżycowego, w którym rok liczy... 354 doby. Co więcej, fundamentaliści islamscy wciąż mają za złe Stanom Zjednoczonym, że statki misji „Apollo”, poczynając od lotu „Apollo-11” 35 lat temu, lądowały na Księżyco, naruszając jakoby jego... „świętość”.

Nota bene w 1881 r. pewien anonimowy autor stwierdził: *wszelkie wycieczki na Księżyca lub inne planety musimy, radzi nie radzi, pozostawić w sferze utopii* („Kłosy”). Owa utopia nie przetrwała nawet stu lat!

Jeśli spojrzeć na Ziemię z pewnej odległości — „z kosmosu” — to od razu można stwierdzić, iż nasz glob wraz z Księżycem tworzy podwójną planetę. Z tego powodu nasz naturalny satelita to niejako... „siódmy kontynent” (jak go był nazwał astronom rosyjski N. A. Warwarow), za czym przemawia również hipoteza, iż Srebrny Glob jest, być może, fragmentem naszej Błękitnej Planety; jak również to, że jest on najlepiej poznany ciałem niebieskim, którego powierzchnia wynosi $31\ 910\ 000\ \text{km}^2$, więc jest mniejsza od powierzchni Azji, a nawet obu Ameryk.

Rozmiary Księżyca są niespełna 4 razy mniejsze od rozmiarów Ziemi,

czyli są tego samego rzędu wielkości. Średnica równikowa naszego globu wynosi 12 756 km, natomiast Księżyca — 3 476 km. Drugim powodem skłaniającym nas do uznania układu Ziemia-Księżyca za podwójną planetę jest stosunek mas tych dwóch ciał. Masa Księżyca stanowi 0,0123 masy Ziemi (również niemal 6×10^{24} kg), podczas gdy dla innych planet masy obiegających je satelitów stanowią zaledwie znikomą część masy macierzystej planety.

Masa Księżyca jest więc dostatecznie duża, aby wywierać odczuwalny wpływ na ruch Ziemi. Środek masy (tzw. barycentrum) układu Ziemia-Księżyca jest przesunięty względem środka naszej planety o około 4670 km. Srebrny Glob obiega barycentrum układu po dość eliptycznej orbicie (odległość Księżyca od Ziemi zmienia się od 356 410 km do 406 740 km) w ciągu 27 dni 7 godz. 43 min i 11,47 s. Ten właśnie okres obiegu nazywa się miesiącem gwiazdowym; jest to zarazem okres obrotu Księżyca wokół osi. Współmierność tych dwóch okresów — obiegu wokół Ziemi oraz obrotu wokół osi — jest przejawem tzw. zjawiska rezonansu orbitalno-rotacyjnego.

Natomiast odstęp czasu pomiędzy dwoma kolejnymi pełniami nazywa się miesiącem synoodycznym i wynosi on średnio 29 dób, 12 godz., 44 min i 2,78 s. Ten z kolei miesiąc stanowił jedną z podstaw rachuby czasu i kalendarza ziemskiego, dając możliwość

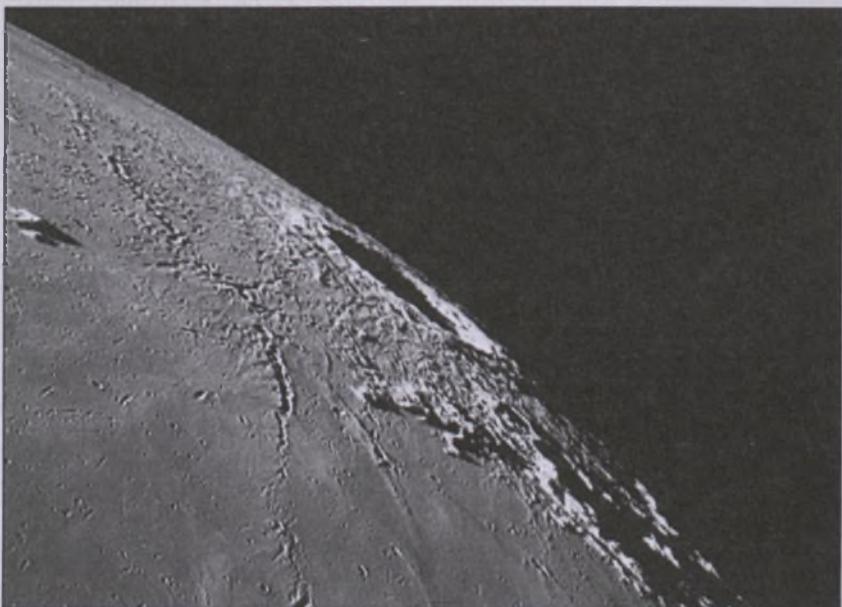
podziału roku, czyli okresu obiegu Ziemi wokół Słońca. Dlatego też rok liczył (i liczy) 12 miesięcy, bowiem z początkowych — siłą rzeczy mało dokładnych obserwacji prowadzonych przez starożytnych Sumerów i Egipcjan — stwierdzono, że rok ma 360 dni, zaś miesiąc liczy przecież prawie 30 dni, a zatem $360 : 30 = 12$.

Spośród wielu formacji na powierzchni Srebrnego Globu (charakterystycznych kraterów, górz, „mór”) najbardziej okazałe i majestatyczne są księżycowe łańcuchy górskie — Apenniny i Alpy — otaczające od zachodu *Mare Imbrium*, będące jedną z najstarszych formacji na Księżyco. Natomiast łańcuch Karpat rozciąga się w pobliżu krateru Kopernika — obszar ten (od Karpat księżyckich do krateru Kopernika włącznie) można by więc nazywać umownie „księżycką Polską”.

Kształtowanie się krajobrazów księżyckich, czyli wylewy magmy księżyckowej na powierzchnię „bladej planety” rozpoczęły się pod koniec „wielkiego bombardowania” (około 4 mld lat temu), kiedy powierzchnia Księżyca uzyskała już niemal dzisiejszy wygląd. Lawa wypełniała kotły utworzone przez ogromne meteoryty, zniszczyła też wiele starszych utworów kraterowych. Przykładem może być *Sinus Iridium* stanowiąca pozostałość po dawnym kraterze, który częściowo został zalany przez lawę tworzącą *Mare Imbrium*. Działo się to wszystko w okresie od około 3,9 do 3,3 mld lat temu, kiedy to ostatecznie uformowały się „morza”.

Natomiast „lady” są znacznie starsze od „mór”, co potwierdza nie tylko wygląd „kontynentów”, lecz również badania wieku skał. Mniej więcej od 3 mld lat Księżyca jest już prawie całkowicie „zamarłym światem”.

Sugestynny, przejmujący i nostalgiczny, literacki opis krajobrazów Księżyca podał Jerzy Żuławski w znanej powieści fantastycznonaukowej *Na Srebrnym Globie* (WL, Kraków 1975; do tego wydania „Przedmową” napisał Stanisław Lem, zaś posłowie pt. „Uwagi astronoma” — Kazimierz Kordylewski. Ponadto książka została przez autora zilustrowana mapką wyglądu części powierzchni księżyckiej wraz z trasą podróży selenonautów — od *Sinus Aestuum* i obok kra-



Krater Kopernika i jego okolice sfotografowane przez załogę Apollo 17. Fot. NASA

teru Eratosthenesa, przez *Mare Imbrium*, następnie obok krateru Platona i wzdłuż Alp księżycowych, a potem przez *Mare Frigoris* aż do bieguna północnego). W tym samym roku w Moskwie wydano antologię *Lunarium* o wyprawach na Księżyca, w której m.in. zamieszczono fragment wspomnianej powieści Żuławskiego oraz opowiadanie Lema pt. *Odruch warunkowy*.

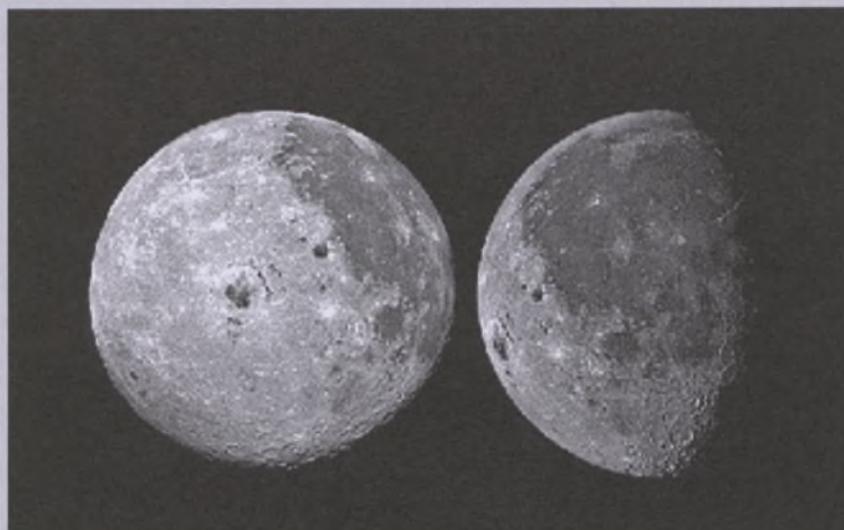
Ponieważ Ziemię z Księżykiem uważa się za podwójną planetę, to jego pochodzenie stało się jednym z najważniejszych zagadnień kosmogonicznych. W związku z tym wysunięto aż cztery hipotezy odnośnie jego pochodzenia.

Według jednej — najmniej aktualnej oraz najmniej prawdopodobnej hipotezy — Księżyca miałby być, w zamierzchłej przeszłości, samodzielną planetą Luną (np. tzw. planetą trygonalną albo... makroplanetoidą), a dopiero później połączył się w trwały układ z Ziemią („*Urania*” 10/1976 oraz „*The Astronomical Reports*” 1/1974).

Inna hipoteza, ogłoszona w II połowie XIX w. przez George'a Darwina (syna twórcy teorii ewolucji gatunków) i następnie wielokrotnie modyfikowana, zakładała, że Księżyca jest oderwanym fragmentem Ziemi. Powstanie Księżyca miało nastąpić dzięki odwraniu się części szybko wirującej, półpłonnej jeszcze (?) Ziemi. Obecnie ta hipoteza jest uważana za mało prawdopodobną.

Wreszcie według trzeciej hipotezy Księżyca powstał mniej więcej równocześnie (4,5 mld lat temu?) z Ziemią i z tego samego fragmentu obłoku protoplanetarnego otaczającego Słońce około 5 mld lat temu; zatem powstanie Księżyca byłoby sprzężone z powstaniem Ziemi.

Natomiast według najnowszej (czwartej) hipotezy Księżyca powstał na skutek kolizji jakiegoś dostatecznie masywnego ciała (dużej planetoidy żelaznikowej) z formującą się naszą planetą, czyli musiałoby się to zdarzyć między 4,5 a 4 mld lat temu! Podczas zderzenia wytworzyła się oczywiście wysoka temperatura, część zderzającej się materii wyparowała, jądro owego nieznanego ciała zostało wchłonięte przez jądro Ziemi (stąd chyba właśnie mamy w środku naszej planety jądro nife*), pozostała część materii płaszcza



Świadectwo burzliwej przeszłości — różny wygląd niewidocznej i widocznej strony Księżyca

ziemskiego uleciała w przestrzeń okoloziemską, gdzie sformowała się w glob będący obecnie naszym Księżycem. Upadek tej ogromnej planetoidy (o średnicy nawet ponad 1000 km?) miałby nastąpić w... rejonie Basenu Południowo-Pacyficznego. Zarazem uderzenie to miałoby spowodować nachylenie osi obrotu Ziemi pod kątem 66,5° do płaszczyzny jej orbity, ale również stabilizować precesję osi ziemskiej — jak twierdzi I. A. Riezanow.

Inny wariant powyższej hipotezy — zaproponowany niemal 30 lat temu przez Piotra Wołńskiego (obecnie profesora PW) — zakłada, iż po uderzeniu rzeczonej planetoidy uleciała w przestrzeń część materii płaszcza ziemskiego i z niego to właśnie utworzył się nasz Księżyca. Argumentów na korzyść tejże hipotezy dostarczyły ostatnio następujące dane, uzyskane dzięki licznym astronauτycznym misjom: skład chemiczny i mineralogiczny materii księżycowej oraz średnia gęstość Srebrnego Globu odpowiadająca mniej więcej średniej gęstości płaszcza ziemskiego i litosfery.

Chociaż nie całkiem nowa, ta hipoteza pochodzenia Księżyca jest jednak bardzo poważnie rozpatrywana jako konkurencyjna wobec poprzedniej, mówiącej o wspólnym pochodzeniu Ziemi oraz Księżyca z materii (planetozymali) wokółsłonecznego dysku protoplanetarnego.

W związku z tymi ostatnimi — katastroficznymi niejako wersjami hipotez pochodzenia Księżyca — wydaje

się, że jego powstanie nosiło całkiem odmienny charakter, niż np. utworzenie się układów satelitarnych planetolbrzymów.

Niezbyt obiecująco, przynajmniej dla ludzkości, przedstawia się przyszłość układu Ziemia-Książyc. Na skutek wzajemnych oddziaływań grawitacyjnych — wywołujących zjawiska płynowe — rotacja Ziemi jest spowalniana i doba nasza się wydłuża. Niegdyś, kilkaset milionów lat temu, doba trwała 22 godz., a jeszcze wcześniej, kiedy protoksiążyc znajdował się — jak to się przypuszcza — mniej więcej w połowie obecnej odległości od Ziemi, doba na naszej planecie trwała prawdopodobnie kilkanaście godzin. Z kolei po upływie kilkuset kolejnych milionów lat Ziemska zrówna się z miesiącem księżycowym, który do tego czasu również się wydłuży (ponieważ Księżyca oddala się powoli od Ziemi) i będzie liczyła prawie 55 obecnych dób. A potem... Potem Księżyca zacznie się z wolna zbliżać — po spirali — ku Ziemi i jeśli znajdzie się zbyt blisko niej (wewnętrz tzw. sfery Roche'a), zostanie rozerwany, a jego odłamki utworzą piękny pierścień wokół naszej planety. Tylko czy będzie wtedy jeszcze ktoś na naszej planecie, kto będzie mógł to podziwiać?

Prof. T. Zbigniew Dworak z Zakładu Kształtowania i Ochrony Środowiska AGH w Krakowie zajmuje się ponadto historią nauki, a w szczególności — astronomii; jest również członkiem World Science Fiction

* niklowo-żelazowe (przyp. red.)

Własne obserwatorium astronomiczne naprawdę tanim kosztem

Siadając do pisania tego artykułu, miałem wątpliwości, czy nie będzie to chwalem się swoimi dokonaniami. Usilna namowa p. Jacka Burdy z Krakowa i mojej żony przekonały mnie, że warto podzielić się swoimi osiągnięciami z innymi, jeśli w ten sposób przyczyniamy się do rozwijania zainteresowań pasjonatów astronomią.

Zatem na wstępnie parę słów historii. Na stawiane mi często pytania „Od kiedy interesuję się astronomią?” — odpowiadam — od zawsze. Gdy sięgam myślą wstecz, to pamiętam, że już jako małe dziecko lubiłem patrzeć na rozwiedzione niebo i podziwiać jego piękno. Pamiętam, ile satysfakcji dało mi skierowanie bardzo prostej lunetki, którą wykonałem ze szkieł okularowych, na tarczę Księżyca. Mogłem na własne oczy zobaczyć to, o czym mówili inni i o czym można było przeczytać w książkach. Dopiero kupno w Zarządzie Głównym PTMA książki Antoniego Rybarskiego *Teleskop zwierciadlany w wykonaniu amatorskim* pozwoliło mi poznać podstawy obróbki szkła, szlifowanie i polerowanie zwierciadeł teleskopowych. Początki były trudne. Przyznaję, że czasami miałem dosyć chodzenia wokół bęczki jak w kieracie. Bardzo często niecierpliwiłem się, gdy coś mi nie wychodziło.

Dużo wiadomości czerpałem z prenumerowanych (od roku 1954) miesięczników „Urana”. Powoli, lecz stale moja biblioteczka zapełniała się książkami o tematyce astronomicznej. Udało mi się również nabyć parę książek z dziedziny optyki, dzięki którym po paru latach zabrałem się do samodzielnego konstruowania lunet do obserwacji nieba.

Obecnie, dzięki p. Jackowi Burdzie, jestem posiadaczem komputerowego programu obliczeniowego. Korzystając z tego programu, mogę szybciej i dokładniej wykonać obliczenia parametrów obiektywów do lunet. Dzisiaj, po latach, gdy przeglądając swoje dawne notatki dotyczące obliczeń parametrów obiektywu refraktora, trudno mi uwierzyć, że można było wykonać tyle obliczeń „na piechotę”, bez pomocy komputera czy chociażby kalkulatora.

Wykonałem dotychczas dwa zwierciadła o średnicy 300 mm do teleskopu systemu Newtona z możliwością wykorzystania ich do teleskopu w systemie Cassegraina. Jeden z teleskopów już

jest zainstalowany w puławskim obserwatorium, drugi czeka na wykonanie obserwatorium w Urzędowie koło Kraśnika, gdzie powiększy liczbę sprzętu do obserwacji. Wykonałem kilka obiektywów soczewkowych do refraktorów o średnicy od 100–145 mm, z których jeden został przekazany do obserwatorium w Puławach, drugi niebawem zastanę przekazany do Urzędowa. Pozostałe obiektywy posiadam na własny użytek (ewentualnie czekają na nabywców). Ponieważ apetyt rośnie w miarę jedzenia, pomyślałem, że dobrze by było mieć własne, małe obserwatorium. Jak pomyślałem, tak też się z czasem stało.

W 1998 r. na budynku mieszkalnym wybudowałem własnym wysiłkiem obserwatorium (na zdjęciu). Byłem jednocześnie jego projektantem i wykonawcą większości prac. Obserwatorium to posiada obrotową, obracaną ręcznie kopułę o średnicy 320 cm z odsuwanej szczeliną do obserwacji. Konstrukcja całości jest zwarta i prosta, a koszt materiałów i budowy nie przekroczył kwoty 3000 zł. Kopuła mojego projektu posłużyła za wzorzec do zbudowania podobnej w Urzędowie, powiększonej do 400 cm średnicy. W 2002 r. wybudowałem drie mniejsze obserwatorium z myślą udostępniania go zainteresowanym obserwacjom. Konstrukcja całego obiektu oparta jest na planie ośmiokąta i została przykryta kopułą przyczepioną na stałe do pomieszczenia obserwacyjnego. Całość to konstrukcja szkieletowa ze stali pokryta panelami koloru białego, by uniknąć nadmiernego nagrzewania się wnętrza. Większość materiałów stalowych, jak: ceowniki, kątowniki, teowniki i płaskowniki nabytem na złomowisku w cenie 70 gr za kilogram. Inne materiały to: łożyska, kilka desek na podłogę, felga koła samochodowego wraz z piastą, silikon, trochę szkła okiennego, drzwi i panele. Odmiennością obserwatorium „na podwórku” w porównaniu do obserwatorium „na domu” jest to, że całość obiektu obraca się przy użyciu małej dźwigni od wewnętrz bez żadnego wysiłku fizycznego. Szczelina obserwatorium dla odmiany składa się z dwóch części otwieranych na boki. Stawy z umieszczoną na nim lunetą pozostaje nieruchomy. Całość jest zakotwiczona w bloku cementowym o podstawie 150 cm na głębokości 120 cm i przy-

kryta 40 cm warstwą ziemi. Nad powierzchnią ziemi wystaje tylko cementowy blok o średnicy 40 cm i wysokości ok. 35 cm. Pomieszczenie, jak już nadmieniłem, to:

- ośmiokąt o średnicy ok. 240 cm,
- wysokość ścian do podstawy kopuły ok. 200 cm,
- wysokość kopuły ok. 120 cm.

Żeberka kopuły zostały wygięte na gietarce walcowej z teownika. Panele do konstrukcji szkieletowej przyczepione są silikonem. Koszt całego przedsięwzięcia nie przekroczył 1500 zł. Projekt oraz większość prac przy obserwatorium wykonałem sam.

Taki mały, zgrabny obiekt, jak na późniejszym zdjęciu w tle, może być Państwa własnością, jeśli macie własną działkę, trochę gotówki, zdolności do majsterkowania, a przede wszystkim chęci.

Namawiam do pracy przy budowie własnego obserwatorium. Wszystkim zainteresowanym służę bezinteresowną, obszerną i szczegółową informacją, telefonicznie, listownie lub u mnie na miejscu.

Z wykonanych obserwatoriów mam pełną satysfakcję — czego i Państwu życzę.

Sławomir Bogusz

PS Pragnącym nawiązać ze mną kontakt podaję adres: ul. Łany 5, 24-173 Markusów, tel. 0-81 88 18 048.

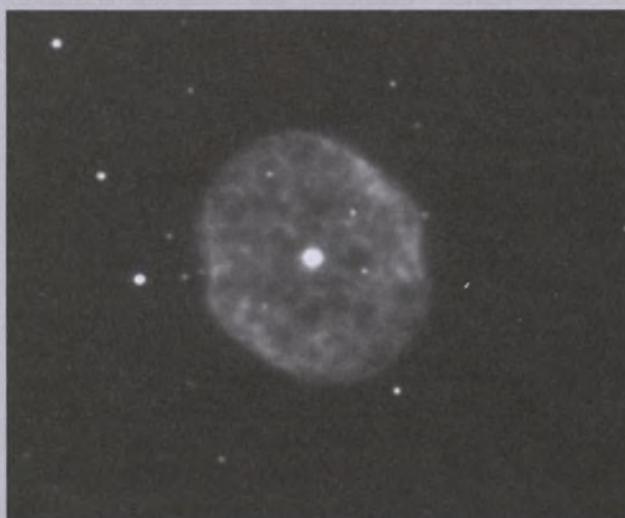


Domowe obserwatorium z 3,2-m obrotową kopułą. W tle pawilon obserwacyjny z rozchylaną kopułą o średnicy ok. 2,5 m

NGC 1501

α (J2000)	04 ^h 07,0 ^m
δ (J2000)	+60° 55'
Gwiazdozbiór	Żyrafa
Typ	Mgławica planetarna
Jasność fotograficzna	13,3
Jasność wizualna	11,5
Jasność absolutna Mv	+1,0
Rozmiar	56" × 48"
Odległość	1,3 kpc
Pędkość radialna	+37 km/s

Jedna z rzadziej badanych do tej pory jasnych mgławic planetarnych północnego nieba. Odkryta prawdopodobnie przez Williama Herschela i skatalogowana przez niego jako H IV.53. W katalogu Dreyera znajdujemy jej opis: „mgławica planetarna, dość jasna, raczej mała, znacznie wydłużona, 1' średnicy”. Jest stosunkowo łatwa do zobaczenia przez 15-cm teleskop z uwagi na dość dużą jasność powierzchniową. W teleskopie średnicy 20 cm powierzchnia mgławicy wydaje się jednorodna, z wyraźnie określonymi krawędziami,



a używając filtra OIII i dużego powiększenia (200-300 razy) możemy zauważać, że środek mgławicy jest nieco ciemniejszy niż jej zewnętrzne obszary. Centralna gwiazda typu WC4/OVI i jasności wizualnej 14,2 mag. w teleskopach o średnicy 30-35 cm i małych powiększeniach jest widoczna tylko przez zerkanie, przy większych widać ją stale. Powierzchnia mgławicy wydaje się zielonkawa. Przy użyciu 40-cm teleskopów i dużych powiększeniach jaśniejsze zewnętrzne obszary dają wyraźne wrażenie pierścieniowej struktury, wewnętrznej której widać jaśniejsze i ciemniejsze nieregularne obszary. Tuż na południe od mgławicy widać charakterystyczną formację kilku słabych gwiazd przypominających gwiazdozbiór Delfina.

Gaz w mgławicy jest silnie wzbudzony przez promieniowanie centralne, bardzo gorącej gwiazdy. Temperatura wzbudzeniowa elektronów w gazie wynosi około 12 000 K. Zasadnicza część samej mgławicy przypomina elipsoidę obrotową, w której są obecne jednak pary dużych płatów nadających jej znacznie bardziej skomplikowany wygląd. Przyczynę tego kształtu upatruje się w oddziaływaniu stosunkowo wolno rozprzestrzeniającego się gazu mgławicy z bardzo szybkim i gęstym wiatrem gwiazdowym z centralnej gwiazdy. Temperatura samej gwiazdy wynosi około 100 tys. K, a tempo, w jakim traci masę, szacowane jest na 5×10^{-7} masy Słońca na rok. Pędkość wiatru osiąga aż 3000 km/s, nic więc dziwnego, że silnie wpływa on na strukturę pierwotnie ukształtowanej, jeszcze w fazie post-AGB, mgławicy. Gwiazda centralna wykazuje rzadkie dla jąder mgławic planetarnych nieradialne pulsacje typu g (gravitacyjnie napędzany mechanizm pulsacji) oraz wyjątkowo małą zawartość wodoru w warstwie powierzchniowej. Prawdopodobnie gwiazda ta doświadczyła tzw. późnego pulsu termicznego (pulsy termiczne pojawiają się w czasie gdy gwiazda przechodzi fazę AGB i są związane z właczaniem i wyłączaniem palenia helu w cienkiej warstwie zwanej szelem, czemu towarzyszy tzw. błysk helowy), który spowodował odrzucenie bogatych w wodór warstw zewnętrznych i odsłonięcie węglowo-tlenowego jądra. Tego typu gwiazdy mogą być prekursorami pulsujących białych karłów typu GW Virginis.

NGC 1502

α (J2000)	04 ^h , 07,8 ^m
δ (J2000)	+62° 20'
Gwiazdozbiór	Żyrafa
Typ	Gromada otwarta
Jasność fotograficzna	6,7
Jasność wizualna	5,9
Jasność absolutna Mv	-6,2
Rozmiar	7,0' × 7,0'
Odległość	870 pc
Pędkość radialna	—

Ta młoda, dość jasna gromada otwarta została opatrzona przez Williama Herschela numerem VII.47. Jej opis w katalogu NGC jest następujący: „gromada, dość bogata w gwiazdy, zwarta, nieregularny kształt”. Gromada jest doskonale widoczna nawet w małym 8-10 cm teleskopie, gdyż większość z jej

około 40 członków to gwiazdy o jasności w przedziale od 9,5 do 11 mag. Gromada znajduje się niedaleko mgławicy planetarnej NGC 1501 i leży na przedłużeniu łańcucha gwiazd znanego jako Kaskada Kembla i złożonego z kilkunastu blisko leżących siebie gwiazd. Przy bardzo małym powiększeniu rzędu 20-25 razy i w polu widzenia około 3 stopni można zobaczyć całość — gromadę i kaskadę — tworzącą jedno z najpiękniejszych skupisk gwiazd na niebie. Większe powiększenia ukazują wizualną podwójność niektórych z gwiazd kaskady jak i samej gromady. Kaskada nie jest fizycznie połączona z gromadą. W gromadzie, której kształt w większym teleskopie przypomina trapez, wyraźnie dominuje jasna, żółta, optycznie podwójna gwiazda ADS 2984, której oba składniki okazały się być układami wielokrotnymi!

Gromada zawiera wiele gwiazd typu B, które są silnie poczerwienione ($E(B-V) = +0,8$), co może wskazywać na wciąż

dość dużą ilość materii międzygwiazdowej w obrębie samej gromady. Jej wiek szacuje się na około 10 milionów lat, jest więc rzeczywiście młoda. Obiektem w NGC 1502, który przyciąga największą uwagę astronomów, jest jeden ze składników owej jasnej żółtej gwiazdy ADS 2984B, będący układem zaćmieniowym. Oznaczony jest w Generalnym Katalogu Gwiazd Zmiennych jako SZ Cam. Układ ten składa się z bardzo masywnej, jasnej i gorącej pary gwiazd o typie spektralnym O9 IV + B0,5 V, krążących wokół siebie z okresem 2,7 doby oraz słabszego towarzysza obiegającego ten układ z okresem 60 lat, który z kolei sam jest układem podwójnym o okresie orbitalnym równym 2,8 dnia. To oznacza, że w skład ADS 2984 wchodzi co najmniej sześć gwiazd, z których cztery są bardzo masywne. SZ Cam została wykorzystana do niezależnego wyznaczenia odległości do NGC 1502, lecz otrzymywane rezultaty w zależności od przyjętych założeń znacznie się różnią, co prawdopodobnie wynika z istnienia silnych kolidujących wiatrów w tym ciasnym, gorącym układzie podwójnym. Może to utrudniać dobre zdefiniowanie rozmiarów gwiazd, a także otrzymanie krzywych prędkości radialnych wolnych od różnych efektów systematycznych.



NGC 1514

α (J2000)	04 ^h , 09,3 ^m
δ (J2000)	+30° 47'
Gwiazdozbiór	Byk
Typ	Mgławica planetarna
Jasność fotograficzna	10,0
Jasność wizualna	10,9
Jasność absolutna M _v	—
Rozmiar	2,3' × 2,0'
Odległość	—
Prędkość radialna	+60 km/s

Mgławica ta została odkryta przez Williama Herschela 13 listopada 1790 r. i znana jest dzisiaj jako mgławica Kryształek. Herschel oznaczył ją numerem H IV.69. W katalogu NGC znajdujemy bardzo wstrzemięźliwy jej opis: „9 gwiazd w mgławicy o średnicy 3'". Dla Herschela kształt tej mgławicy był punktem startowym do jego rozważań na temat natury mgławic planetarnych, które, jak sądził, były skupiskami blisko siebie leżących i nie rozzielonych gwiazd otaczających fizycznie centralną jaśniejszą gwiazdę. W tym przypadku uznał jednak, że ma do czynienia z prawdziwą mgławicą otaczającą centralną gwiazdę. Ową otoczka nazywał atmosferą, w czym zbytnio się nie mylił, gdyż istotnie, jak dzisiaj wiemy, mgławica planetarna to pozostałość po odrzuconej w przestrzeń kosmiczną atmosferę czerwonego olbrzyma.

Mgławica jest dość słaba i żeby ją zobaczyć bez filtra takiego jak OIII, trzeba użyć około 20-cm teleskopu. Widać ją wtedy jako słabą, dość rozległą, okrągłą poświatę wokół gwiazdy o jasności 9,4 mag., która nie wywiera żadnego szczególnego wrażenia. W teleskopach o średnicy 35–40 cm nie ujawnia wiele więcej i dopiero użycie filtrów mgławicowych na tyle znacząco podnosi kontrast obrazu, że można rozróżnić jaśniejsze wewnętrzne struktury w mgławicy na podobieństwo wycinków łuków. Mgławica oglądana przy dużym powiększeniu w samych sąsiedztwie centralnej gwiazdy jest wyraźnie ciemniejsza, co daje wrażenie, że jest ona od niej oddzielona. Kształt mgławicy przypomina elipsę, choć niektórzy obserwatorzy notują kształt przypominający kwadrat.

W obrębie samej mgławicy, która generalnie przypomina elipsoidę, astronomowie znaleźli szereg bąblów materii związanych z wypływem masy z centralnej gwiazdy. Klasyczny model formowania się takich struktur poprzez bipolarny wypływ materii w tym przypadku nie tłumaczy kształtu mgławicy. Dlatego uważa się, że jest to prawdopodobnie pozostałość po fazie wspólnej otoczki układu podwójnego o okresie 10 dni i łącznej masie około 4,5 masy Słońca. Okazuje się bowiem, że centralna gwiazda jest układem podwójnym składającym się z olbrzyma typu A0 — który dominuje w widmie widzialnym — i bardzo gorącego składnika typu O, który jest bardzo trudny doauważania w zakresie optycznym. Obserwacje wykonane z pomocą Teleskopu Kosmicznego pozwoliły przekonać się, że odległość między składnikami jest stosunkowo mała (mniejsza niż 0,1"), gdyż nie udało się ich rozdzielić.

Dariusz Graczyk



XX Ogólnopolskie Młodzieżowe Seminarium Astronomiczne w Grudziądzku

Już tradycyjnie oznaką zbliżającej się wiosny w grudziądzkim planetarium są napływanie z całej Polski listy z protokołami z wojewódzkich seminariów oraz przesyłki z przygotowanymi przez młodzież szkół ponadgimnazjalnych referatami o tematyce astronomiczno-astronautycznej. Ta ogólnopolska impreza odbyła się w tym roku po raz dwudziesty, ale seminaria astronomiczne w Grudziądzku mają już swoją przeszłość 30-letnią tradycję. Pomiędzy 1969 a 1974 r. odbywały się tam międzyszkolne seminaria astronomiczne i astronautyczne, z kolei w okresie 1975-1984 odbyło się 10 seminariów międzywojewódzkich dla Polski północnej.

Grudziądzkie seminarium jest ukoronowaniem prowadzonej w sezonie jesiennno-zimowym kampanii informacyjno-eliminacyjnej w poszczególnych województwach. Akcję tę organizują planetaria w Olsztynie i w Grudziądzku, a ścisłe — dwie osoby: Małgorzata Śróbk-Kubiak z Grudziądzkiego Planetarium i Obserwatorium Astronomicznego oraz Kazimierz Schilling z Olsztyńskiego Planetarium i Obserwatorium Astronomicznego (OPiOA). Patronat finansowy nad tegoroczną imprezą objęły m.in. Fundacja Astronomii Polskiej, Przewodniczący Rady Miejskiej Grudziądza, Wydziały Oświaty Urzędów Miejskich, Kuratoria Oświaty, Urzędy Marszałkowskie, ODN-y, WOM-y, OPiOA, Spółdzielnia Mieszkaniowa oraz Zespół Szkół Technicznych w Grudziądzku, wydawnictwo Prószyński i S-ka, PTMA i PTA. Organizatorami wojewódzkich konkursów i seminariów są Kuratoria Oświaty oraz Ośrodki Metodyczne lub Ośrodki Doksztalcenia Nauczycieli, jednak w praktyce ciężar zorganizowania i przeprowadzenia wojewódzkich seminariów niejednokrotnie spoczywa na poszczególnych szkołach i od szeregu lat związanych z tą imprezą nauczycielach.

Przedsięwzięcie to nie miałoby jednak racji bytu bez twórczego zaangażo-

wania ze strony samej młodzieży. W tym roku szkolnym 730 uczniów napisało referat na wybrany przez siebie temat. Na podstawie pisemnych opracowań poszczególne komisje dokonały wyboru 147 prac, które ich autorzy wygłaszały na forum wojewódzkich seminariów. Po ich wysłuchaniu jury kwalifikowało z reguły dwie najciekawsze prezentacje do grudziądzkiego finału. W ten sposób wyłoniono 29 referatów z wszystkich 16 województw.

Uczestnicy seminarium, w sumie 33 autorów prac zakwalifikowanych do wygłoszenia oraz 18 wyróżnionych (jako „kibice”) wraz z kilkunastoma opiekunami — nauczycielami, zostali od razu, już w przeddzień rozpoczęcia właściwych sesji, miło przywitani przez gospodarzy seansem w planetarium. Niestety, fatalna w tym roku pogoda uniemożliwiła jakiekolwiek obserwacje nieba i pokazy plam słonecznych w trakcie trwania całego seminarium. Chyba nawet po raz pierwszy w historii imprezy pamiątkowe zdjęcie uczestników zostało wykonane w sali wykładowej.

Dwudniową, roboczą część seminarium wypełniły prezentacje podzielone formalnie na trzy sesje, poświęcone m.in. obserwacjom nieba, Układowi Słonecznemu, gwiazdom i Wszechświatowi. Uroczość otwarcia, której przewodnił (podobnie jak i w wszystkim sesjom) dr Kazimierz Schilling, zaszczycili swoją obecnością m.in. prezydent Grudziądza, p. Andrzej Wiśniewski, przewodniczący Rady Miasta, p. Eugeniusz Piasecki oraz przedstawiciele miejskiego wydziału oświaty i kuratorium województwa kujawsko-pomorskiego. Uczestników seminarium powitały serdecznie pani Mirosława Wojtaszewska, dyrektor Zespołu Szkół Technicznych w Grudziądzku, siedziby planetarium i obserwatorium oraz pełna zaangażowania gospodyn macierzystej placówki — pani Małgorzata Śróbk-Kubiak. Swoimi refleksjami w związku z jubileuszem imprezy podzielił się prezes Polskiego Towarzystwa Astronomiczne-

go prof. Andrzej Woszczyk, zaś refleksjami pod hasłem „Od uczestnika do jurora” — niżej podpisany. Oficjalne otwarcie zwieńczyło wykład inauguracyjny nt. „Niezwykłości w 23 cyklu aktywności słonecznej”, który wygłosił dr Adam Michalec.

Referatom uczestników przysłuchiwało się jury w składzie: dr Kazimierz Schilling — przewodniczący, dr Henryk Brancewicz, doc Tadeusz Jarzębowski, dr Adam Michalec, dr Maria Pańkow, dr Krzysztof Rochowicz i prof. Andrzej Woszczyk. Jurorzy reprezentowali Polskie Towarzystwo Astronomiczne, Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii i Polskie Towarzystwo Astronautyczne. Zadaniem komisji była ocena wystąpień pod kątem merytorycznej wartości i poprawności referatu, jego wartości dydaktycznej i sposobu prezentacji oraz reakcji na pytania i uwagi zgłoszone w dyskusji.

Zakwalifikowane do finału prezentacje to mniej więcej w połowie prace oparte na własnych obserwacjach bądź samodzielnie przygotowanych pokazach komputerowych, a w drugiej połowie opracowania literatury na dany temat. Niewątpliwie cechą charakterystyczną tych pierwszych jest zaangażowanie emocjonalne autora w prezentowane treści, pomimo nawet niekiedy mało wymiernych rezultatów. Niezwykle ważna jest jednak satysfakcja z samodzielnego wykonanej obserwacji oraz możliwość podzielenia się własnymi doświadczeniami z rówieśnikami i zachęcenia ich do podobnych prób. Prace teoretyczne coraz częściej są bogato (bywa niestety, że wręcz przesadnie, a czasem nie do końca w sposób świadomy i przemyślany) ilustrowane.

Jurorzy nie tylko stymulowali dyskusję, ale też na bieżąco dzielili się swoimi uwagami i komentarzami dotyczącymi prezentowanych zagadnień. Podsumowując referaty dotyczące obserwacji nieba, doc. Tadeusz Jarzębowski podzielił się ciekawostkami dotyczącymi przejścia Wenus przed tarczą Słońca i zachęcał do obserwacji tego rzadkiego

zjawiska w dniu 8 czerwca br. Z kolei na zakończenie serii referatów o tematyce kosmologicznej niżej podpisany zapoznał uczestników seminarium z najnowszymi badaniami obiektów na krańcach obserwowanego Wszechświata.

Gdy uczestnicy seminarium wraz z opiekunami udali się na seans w planetarium, jurorzy zebraли się w celu przedyskutowania i ocenienia przedstawionych wystąpień. Każdy członek komisji konkursowej, niezależnie od pozostałych, ocenił poszczególne referaty w skali od 1 do 10 punktów. O końcowej klasyfikacji zadecydowała suma uzyskanych ocen. Przy siedmiu ocenach, najniższą uzyskaną notą mogło być więc 7 punktów (ale takiego referatu tym razem nie było), zaś najwyższą — 70 (tej maksymalnej noty również nie przyznało). Jury postanowiło wyróżnić prezentacje, które w ocenie komisji zebrały ponad 45 punktów. Końcowa klasyfikacja czołówki wygląda następująco:

I miejsce (66 punktów): Krzysztof Tora z Krakowa (woj. małopolskie) *Różnicowa rotacja Słońca*,

II miejsce (63 punkty): Michał Potępa z Bochni (woj. małopolskie) *Co możemy zobaczyć przez chmury, czyli jak budowalem radioteleskop*,

III miejsce (60 punktów): Maciej Hermanowicz z Olsztyna (woj. warmińsko-mazurskie) *Misja Mars Exploration Rover*,

IV miejsce (59 punktów): Emilia Sidor z Włodawy (woj. lubelskie) *Przejście Merkurego przed tarczą Słońca w 2003 r. — preludium do tranzytu Wenus*,

V miejsce (58 punktów): Jan K. Nowak z Torunia (woj. kujawsko-pomorskie) *Jak wyprzedzić światło?*,

VI miejsce (57 punktów): Kamil Szewc z Rybnika (woj. śląskie) *Radio-wie obserwacje roju Perseidów w okresie max. aktywności w nocy 12/13 sierpnia 2003 r.*

VII miejsce (56 punktów): Jan Miisiak z Torunia (woj. kujawsko-pomorskie) *Mikrofalowe promieniowanie tła a modele kosmologiczne i co z tego wynika?*,

VIII miejsce (55 punktów): Piotr Guzik z Krośna (woj. podkarpackie) *Jasne komety ostatnich lat*,

IX miejsce (54 punkty): Marcin Gronowski z Grudziądz (woj. kujawsko-pomorskie) *Astrochemia materii międzygwiazdowej*,

X miejsce (52 punkty): Grzegorz Sittek z Twardogóry (woj. dolnośląskie) *Fotograficzny rejestrator zakryć planetoidalnych*,

XI miejsce (49 punktów): Radosław Poleski z Kołobrzegu (woj. zachodniopomorskie) *Ponad trzysta obserwacji Słońca*,

XII miejsce (48 punktów): Paweł Żurek z Buska Zdroju (woj. świętokrzyskie) *Czarne dziury, czyli droga bez powrotu*,

XIII miejsce (45 punktów): Adam Król z Biskupca (woj. warmińsko-mazurskie) *Życie człowieka na stacji kosmicznej*.

Podczas uroczystości zakończenia seminarium (już w sobotę), laureaci zostali nagrodzeni teleskopem, lornetkami, aparatami fotograficznymi, atlasmami nieba i pięknymi albumami. Wszyscy uczestnicy uzyskali pamiątkowe dyplomy, nagrody książkowe, plakaty, mapy nieba, kalendarze astronomiczne. Komisja konkursowa postanowiła również wręczyć założonym nauczycielom i opiekunom dyplomy za zaangażowanie i osiągnięcia w pracy dydaktycznej z uczestnikami

ogólnopolskich młodzieżowych seminariów astronomicznych. Uzyskali je: Mariusz Chodór (Busko), Mieczysław Hankus (Bochnia), Mariusz Kamiński (Toruń), Romuald Kondys (Rybnik), Grzegorz Sęk (Kraków) i Mirosław Trociuk (Włodawa).

Imprezę podsumowali w krótkich wystąpieniach dr Adam Michalec (PTA), dr Henryk Brancewicz (PTMA) oraz Przewodniczący Rady Miasta Grudziądza, p. Eugeniusz Piasecki. Całość zwieńczyło spotkanie towarzyskie przy kawie.

Warto na zakończenie przytoczyć opinię przewodniczącego jury, dra Kazimierza Schillinga, który podkreślił korzyści, jakie uczniowie wynieść mogą z uczestnictwa w seminarium. Nie są to wprawdzie żadne wymierne i konkretne przywileje w rodzaju tych, jakie oferują laureatom olimpiady przedmiotowe (przyjęcie na studia bez egzaminu itp.). Zresztą z założenia nie jest to typowy konkurs przedmiotowy ani tym bardziej przedmiotowa olimpiada — nie rozwiązuje się tu przecież tych samych zadań. To sami uczestnicy wybierają temat, który im odpowiada, starając się go jak najlepiej zaprezentować. W ten sposób nie tylko zdobywają wiedzę, ale też uczą się niezwykle cennej umiejętności jej przekazywania, opanowywania tematyki, umiejętności występowania na forum publicznym. Są to umiejętności bardzo przydatne w dzisiejszym świecie. Przyswojona przy okazji wiedza daje każdemu dodatkową satysfakcję.

Te proste, ale jakże szlachetne cele przyświecają organizatorom astronomicznych spotkań młodzieży w formie seminariów już od kilkudziesięciu lat. Mimo szeregu przemian, reform i transformacji w naszym kraju zapisyły się one na stałe w kalendarzu astronomicznych wydarzeń. Serdeczna i życzliwa atmosfera, jaka towarzyszy grudziądzkiemu seminarium, sprawia, że jego uczestnicy już teraz zapisują sobie w kalendarzu daty kolejnego, XXI OMSA: 7-9 kwietnia 2005 r. Życzymy organizatorom nie słabnącego zapału i wytrwałości w przygotowaniach, a sponsorów namawiamy do kontynuowania szlachetnej misji wspierania tej niezwykłej imprezy.

Krzysztof Rochowicz



Nagrodę odbiera zdobywca III miejsca Maciej Hermanowicz z Olsztyna (który brał udział w pracach misji „Mars Exploration Rover” w ośrodku NASA

XLVII Olimpiada Astronomiczna

Wdniach od 12 do 14 marca 2004 r. w Planetarium i Obserwatorium Astronomicznym im. Mikołaja Kopernika w Chorzowie odbyły się zawody centralne XLVII Olimpiady Astronomicznej. Dzień wcześniej, w czwartek 11 marca wieczorem uczestnicy zawodów finałowych brali udział w konsultacjach pod sztucznym niebem planetarium, ponieważ jedno z zadań zawodów III stopnia tradycyjnie nawiązuje do wyglądu planetaryjnego nieba, a nie wszyscy uczniowie w jednakowym stopniu są obeznani w wyglądzie obrazu sztucznego nieba.

W zawodach centralnych uczestnicy mieli do rozwiązyania sześć zadań, w tym jedno praktyczne wprowadzone w miejsce zadania obserwacyjnego, którego wykonanie uniemożliwiła pochmurna pogoda oraz jedno zadanie sprawdzające znajomość nieba i umiejętność orientacji na nim — rozwiązywanie pod sztucznym niebem planetarium.

Oceny rozwiązań dokonano tuż po zawodach, w sobotę 13 marca. W tym dniu uczniowie obejrzaeli dwa seanse oraz interaktywną wystawę „O obrotach”. Zwiedzili też pracownie Planetarium, a wieczorem obejrzaeli film w trójwymiarowej technice IMAX.

W niedzielę, 14 marca 2003 r., na uroczystości kończącej 47 edycję olim-

piady astronomicznej, ogłoszono wyniki, wręczono dyplomy i nagrody. W tym roku wszyscy uczestnicy finału otrzymali bony do realizacji w EMPIK-ach oraz książki i inne wydawnictwa astronomiczne. Wszyscy laureaci i finaliści (z wyjątkiem zwycięzcy) otrzymali lornetki produkcji firmy „Uniwersał”. Zwycięzca otrzymał wartościowy teleskop. Wcześniej ciekawy wykład wygłosił pan prof. Andrzej Sołtan. Mówił o odkryciach i innych sprawach związanych z peryferiami naszego Wszechświata. Po oficjalnej uroczystości odbyło się spotkanie uczestników finału z członkami Komitetu Głównego oraz zaproszonych gości. W tegorocznnej olimpiadzie odnotowano kolejny wzrost liczby uczestników — w porównaniu z ubiegłoroczną olimpiadą o 12%. Ich liczbę w rozbiciu na poszczególne województwa podano w tabeli.

W zawodach I stopnia należało rozwiązać dwie serie zadań. Zadania te zostały opublikowane w „Delcie” oraz na wielu stronach internetowych (m. in. www.planetarium.chorzow.net.pl). We wrześniu 2003 r. tematy zadań I serii zostały dodatkowo rozsypane w postaci afisza do wszystkich liceów ogólnokształcących w Polsce. Zestaw drugiej serii zadań został rozsypany do wszystkich uczniów, którzy przesłali pod ad-

resem Komitetu Głównego Olimpiady rozwiązań zadań pierwszej serii.

Zgodnie z regulaminem olimpiady uczestnikom tego poziomu eliminacji w sumie przedłożono 11 zadań, z których należało rozwiązać jedno z trzech zadań obserwacyjnych i sześć z pozostałych ośmiu zadań.

W zawodach okręgowych w Katowicach i Włocławku, do których zakwalifikowało się 65 uczniów, rozwiązywano cztery zadania.

Uczestnikom, którzy doszli do finału, na wszystkich poziomach eliminacji ogółem przedstawiono 20 zadań do rozwiązania. Były to zadania teoretyczne, praktyczne i obserwacyjne.

Zaszczyt zmiany w składzie Komitetu Głównego Olimpiady Astronomicznej. Z udziału w pracach komitetu zrezygnowali prof. dr hab. Wojciech Dziembowski oraz prof. dr hab. Józef Smak, a w ubiegłej olimpiadzie — pani dr Cecylia Iwaniszewska.

Ustępującym członkom komitetu wyrażono podziękowanie za ich wieloletni udział w pracach Komitetu Głównego i wielki wkład w kształtowanie wysokiego poziomu merytorycznego olimpiady.

Nowe nominacje do Komitetu wręczono panom profesorom: Andrzejowi Pigulskiemu z Uniwersytetu Wrocławskiego, Andrzejowi Sołtanowi z Centrum Astronomicznego w Warszawie, Edwinowi Wnukowi z Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu oraz panu prof. Andrzejowi Strobelowi z Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu.

Przygotowanie uczestników do wszystkich stopni zawodów utrzymywało się na poziomie zeszłorocznym — wyższym od notowanego w kilku ostatnich latach. W dalszym ciągu zwraca uwagę wzrost liczby prac z dobrym komentarzem słownym uzasadniającym zastosowane rozwiązań. Osiągnięte przez uczniów wyniki świadczą o tym, że na poziomie zawodów III stopnia ich wiedza i umiejętności w zakresie astronomii, praktycznie zdobywane w drodze samokształcenia, odpowiadają dobremu opanowaniu materiału z fizyki,



Laureaci XLVII Olimpiady Astronomicznej. Od lewej stoją: Marcin Gronowski, Rafał Połeski, Piotr Guzik, Jakub Skowron

matematyki i astronomicznych podstaw geografii w zakresie obejmowanym przez program olimpiady oraz świadczy o dobrej orientacji we współczesnej tematyce astronomicznej. Dotyczy to wszystkich uczestników finału, również tych z klas młodszych.

Jakie plany mieli tegoroczni uczestnicy finału? Siedmioro z nich deklarowało w ankcie podjęcie studiów astronomicznych, ale tylko trzech nie podawało alternatywnych kierunków studiów. Szóstka spośród deklarujących m. in. astronomię jako swój przyszły kierunek studiów zmieściła się wśród zawodników, którzy zajęli pierwsze 9 miejsc, wśród pozostałych znalazła się tylko jedna osoba planująca studia astronomiczne. Jest to ciekawe spostrzeżenie, jeśli weźmie się pod uwagę, że anketa była wypełniana przed zawodami.

Uczestnikami finału byli uczniowie, którzy w bieżącym roku startowali również w innych olimpiadach — rekordzista startował dodatkowo w olimpiadach matematycznej, fizycznej i chemicznej. Tylko sześciu uczniów zawodów III stopnia olimpiady astronomicznej nie brało udziału w żadnej innej olimpiadzie.

Większość uczestników nie po raz pierwszy startowała w olimpiadzie astronomicznej. Dla zwycięzcy tegorocznej olimpiady był to już czwarty występ

w olimpiadzie i za każdym razem dochodził do finału, a dwie ostatnie olimpiady wygrał. Tylko sześciu zawodników finału w olimpiadzie astronomicznej brało udział po raz pierwszy.

Nieco mniej niż zwykle dotarło do finału uczniów klas młodszych — stanowili oni tylko 30% finalistów — na starcie, w pierwszym etapie olimpiady astronomicznej było ich ponad 50%.

Uczestnicy finału mieli też okazję podać swoje uwagi o olimpiadzie astronomicznej. Szczególnie cenne były dla organizatorów uwagi uczniów startujących również w innych olimpiadach i tych, którzy w olimpiadzie astronomicznej startowali wielokrotnie. Bardzo miłe były wypowiedzi o „wspaniałej atmosferze”, dobrej organizacji i „...w ogóle super”. Nie brakowało też wypowiedzi krytycznych. Wśród nich powtarzały się postulaty, by wszyscy uczestnicy finału otrzymywali tytuł finalisty, a uczestnicy zawodów okręgowych i centralnych mieli uprawnienia szkolne takie, jak w olimpiadach przed-



Czas oczekiwania na ogłoszenie wyników skracał zespół „La-chim Trio” z Izabelą Spaleńią — uczestniczką olimpiad astronomicznych

miotowych (olimpiada astronomiczna jest olimpiadą interdyscyplinarną i dla tego tych uprawnień nie ma). Jeden z uczestników narzekał na śniadanie i kolację, ale „...zupa na obiad była bardzo dobra”.

Nie zawiedli tradycyjni sponsorzy olimpiady astronomicznej: Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii (dotacja finansowa oraz nagrody książkowe dla wszystkich uczestników finału) i Firma *Uniwersal* z Żywca (nagroda dla zwycięzcy tegorocznej olimpiady). Przez wiele lat olimpiadę znacząco sponsorował również Komitet Astronomii Polskiej Akademii Nauk. Olimpiadę sponsorowało też Planetarium Śląskie.

Henryk Chrupała

XLVII Olimpiada Astronomiczna 2003/2004. Wyniki zawodów III stopnia

Lp.	Nazwisko	Imię	Miejsce	Szkoła
1.	Guzik	Piotr	I i tytuł laureata	I LO im. Mikołaja Kopernika w Krośnie
2.	Poleski	Radosław	II i tytuł laureata	Zespół Szkół Ogólnokształcących im. Mikołaja Kopernika w Kołobrzegu
3.	Skowron	Jakub	III i tytuł laureata	XIV LO im. Stanisława Staszica w Warszawie
4.	Gronowski	Marcin	IV i tytuł laureata	I LO im. Bolesława Chrobrego w Grudziądzu
5.	Samborski	Rafał	V i tytuł finalisty	I LO im. Bolesława Chrobrego w Piotrkowie Trybunalskim
6.	Baryluk	Witold	VI i tytuł finalisty	II LO im. Mieszka I w Szczecinie
7.	Bajer	Mariusz	VII i tytuł finalisty	Zespół Szkół Ogólnokształcących im. Henryka Sienkiewicza w Nowej Rudzie
8.	Filip	Arkadiusz	VIII i tytuł finalisty	I LO w Radzyniu Podlaskim
9.	Miller	Krysztof	IX i tytuł finalisty	V LO im. Wspólnej Europy w Olsztynie
10.	Rondio	Jacek	X i tytuł finalisty	I LO im. Mikołaja Kopernika w Łodzi
11.	Wróbel	Paweł	XI i tytuł finalisty	I LO im. Kazimierza Brodzińskiego w Tarnowie
12.	Krysiak	Łukasz	XII i tytuł finalisty	Zespół Szkół Ponadpodstawowych Nr 1 w Piotrkowie Trybunalskim

Rozkład terytorialny uczestników XLVII Olimpiady Astronomicznej 2003/2004

Lp.	Województwo	I stopień	II stopień	Liczba uczestników centralne	finalistów	laureatów
1.	Dolnośląskie	10	4	1	1	0
2.	Kujawsko-Pomorskie	19	12	4	0	1
3.	Lubelskie	11	7	1	1	0
4.	Lubuskie	1	0	0	0	0
5.	Łódzkie	11	7	3	3	0
6.	Małopolskie	10	4	1	1	0
7.	Mazowieckie	7	3	1	0	1
8.	Opolskie	0	0	0	0	0
9.	Podkarpackie	15	6	1	0	1
10.	Podlaskie	0	0	0	0	0
11.	Pomorskie	15	2	0	0	0
12.	Śląskie	24	12	3	0	0
13.	Świętokrzyskie	1	0	0	0	0
14.	Warmińsko-Mazurskie	4	3	1	1	0
15.	Wielkopolskie	6	1	0	0	0
16.	Zachodniopomorskie	5	4	3	1	1
Razem		139	65	19	8	4

ZADANIA XLVII OLIMPIADY ASTRONOMICZNEJ
ROK SZKOLNY 2003/2004**ZAWODY I STOPNIA****Pierwsza seria zadań**

1. Siła ciagu lądownika Księżyca jest skierowana pionowo ku górze. Rozpatrz ruch tego lądownika poruszającego się nad powierzchnią Księżyca, gdy wartość siły ciagu jest równa sile przyciągania grawitacyjnego.

Jeśli przez jakiś czas podczas tego ruchu pionowa siła ciagu silnika zmniejszy się o połowę, to jak zmieni się wtedy ruch lądownika.

W sytuacji lądownika utrzymywaneego przez silnik nieruchomo nad powierzchnią Księżyca na dostatecznie dużej wysokości oblicz czas, na jaki należy zmniejszyć siłę ciagu silnika do 0,9 przyspieszenia grawitacyjnego Księżyca, by początkowo nieruchomy lądownik zetknął się z powierzchnią Księżyca z prędkością 3 km/godz.

We wszystkich przypadkach zakładamy, że ruch rakiety odbywa się w jednorodnym polu grawitacyjnym Księżyca.

2. Zespół polskich astronomów zaproponował metodę „masowego” odkrywania planet wokół innych gwiazd. Metoda ta umożliwia zarejestrowanie spadku jasności gwiazdy, gdy przed jej tarczą przechodzi ciemny obiekt (np. planeta). Oceń, jakie spadki jasności rejestruje się wzmianowaną metodą w przypadku rejestrowania przejścia ciemnego obiektu o rozmiarach Jowisza na tle tarczy gwiazdy podobnej do Słońca. Wynik podaj w wielkościach gwiazdowych.

3. W dniu 4 sierpnia br. Neptun był w opozycji do Słońca, a jego odległość od Ziemi wynosiła 4348 mln km. Hipote-

tyczny obserwator znajdujący się na Neptunie mógłby wtedy oglądać przejście Ziemi przed tarczą Słońca. Na podstawie samodzielnie wyszukanych danych porównaj to zjawisko z przejściem Merkurego przed tarczą Słońca obserwowanym z Ziemi w dniu 7 maja br. Przyjmując kołową orbitę ziemskiego Księżyca ($r = 384$ tys. km), oblicz kąt, pod jakim widać Księżyca w stosunku do Ziemi. Wykonaj stosowny rysunek.

4. Zaprojektuj zegar słoneczny, który będzie wskazywał czas prawdziwy słoneczny w Twojej miejscowości. Wykonaj go oraz napisz instrukcję dotyczącą działania i posługiwania się nim. Ewentualnie załącz zdjęcie.

Zadania obserwacyjne

Rozwiążanie zadania obserwacyjnego powinno zawierać: dane dotyczące przyrządów użytych do obserwacji i pomiarów, opis metody i programu obserwacji, standardowe dane dotyczące przeprowadzonej obserwacji (m.in. datę, czas, współrzędne geograficzne, warunki atmosferyczne), wyniki obserwacji i ich opracowanie oraz ocenę dokładności uzyskanych rezultatów. W przypadku zastosowania metody fotograficznej należy dodać negatyw.

1. Obserwacja przelotu Międzynarodowej Stacji Kosmicznej ISS na podstawie samodzielnie znalezionych efemeryd.

2. Obserwacja całkowitego zaćmienia Księżyca w nocy z 8 na 9 listopada 2003 r.

Księżyc i komety

Galleria
Uranii

Na brak atrakcji w drugim kwartale tego roku miłośnicy astrofotografii nie mogli narzekać. Była możliwość fotografowania wszystkich widocznych okiem planet, paru komet i zjawiska całkowitego zaćmienia Księżyca...



Zdjęcia kolejnych faz zaćmienia zostały wykonane przy pomocy refraktora achromatycznego 63/840 i aparatu Canon EOS300D, natomiast zdjęcie fazy całkowitej przy pomocy lunetki na bazie obiektywu PZO (D = 68, f = 400). Czasy naświetlania zdjęć 0,25 s (ISO 200), a dla fazy całkowitej 2 s (ISO800) (bez prowadzenia). Zdjęcia zostały złożone w całość przy pomocy oprogramowania Adobe Photoshop. Autor: Michał Witkowski, Toruń

Przemysław Rudź i Cezary Wierucki są autorami zamieszczonych obok zdjęć komety 2001 Q4 NEAT (górnne: 13 maja, eksp. sumaryczna 20 min przy ISO 800, dolne: 17 maja br., eksp. 24 × 1 min przy ISO 400 + 24 × 1 min przy ISO 800, sprzęt: TEC 140 APO + Canon EOS 10D + montaż Losmandy G8)



Niżej kometa Bradfielda sfotografowana 28 kwietnia br. (godz. 2:58 CWE) przez Dariusza Dorosza z Żabikowa (eksp. 14 s, Zenit 412 z obiektywem 2/58 mm, film Fuji 400 ASA)





ρ Ophiuchi — kolory wokół gwiazdy

Urania
POSTĘPY ASTRONOMII

Galeria Uranii



Prezentowane obok zdjęcie zachodu bardzo młodego Księżyca to dzieło Mariusza Świętnickiego ze Żrécina (ognisko główne Newtona 205/907, Fuji Superia x-TRA 400, eksp. 4 s, godz. 17:59 CSE, 21.02.2004).

Wyżej zaśmienie Księżyca z 4 maja br. sfotografowane przez Wiesława Skórzyńskiego z Torunia (aparat cyfrowy Olympus Camedia C4000, projekcja okularowa, średnica obiektywu 60 mm, czas eksp. 2 s).

Poniższe zdjęcie nosi tytuł „Trzecia Planeta wzywa pomocy”, a wykonał je wieloletni radiooficer i radiotelegrafista p. Wojciech Mazurkiewicz z Lublina (noc 26/27 września 2003 r., godz. 22.30-01.20 CWE, Praktica LLC, Pancolor 1,8/50, film Konica VX200, asysta: J. Jaślikowska) Bardzo jasny sygnał (SOS w kodzie Morse'a) to Mars. Ekspozycja: kropka i przerwa po 1 min, kreska 3 min



3. Jako rozwiązywanie zadania obserwacyjnego można również nadesłać opracowane wyniki innych własnych obserwacji prowadzonych w ostatnim roku, a w szczególności obserwacje Marsa, blisko jego wielkiej opozycji.

Druga seria zadań

1. Jakie musi być położenie Ziemi i Marsa względem Słońca w momencie startu sondy kosmicznej do Czerwonej Planety, aby lot sondy następował przy minimalnym zużyciu energii. Przyjmij, że orbity obu planet są okrągłe i znajdują się w jednej płaszczyźnie.

2. Oblicz, jakiej grubości warstwę węgla należałyby rocznie spalić na całej Ziemi, by dostarczyć tyle samo energii, ile dostarcza Słońce. Na ile lat takiego ogrzewania Ziemi wystarczyłoby atmosferycznego tlenu?

Uwagi. Przy obliczeniach przyjmij, że do powierzchni dochodzi ilość energii, która wynika z uwzględnienia średniego albedo wynoszącego 0,39, stała słoneczna wynosi $A = 1368 \text{ W/m}^2$, a węgiel ma wartość opałową $w = 2,4 \cdot 10^7 \text{ J/kg}$ i gęstość $\rho = 2,5 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$.

3. Znając wzór Ciołkowskiego

$$v = w \ln \left(\frac{m_0}{m} \right)$$

gdzie odpowiednio v prędkość końcowa rakiety, w prędkość gazów odrzutowych, m_0 początkowa a m końcowa masa rakiety, znajdź ilość paliwa potrzebną:

- a) do rozpoczęcia sondy o masie 1000 kg do prędkości 20 km/s,
- b) do lotu na Plutona, bez korzystania z przyspieszania polami grawitacyjnymi planet.

Dla uproszczenia załóż, że paliwo (łącznie z utleniaczem) ma wartość opałową typowych węglowodorów (ok. $4 \cdot 10^7 \text{ J/kg}$) i około jednej czwartej tej energii można zamienić na energię kinetyczną gazów odrzutowych oraz że zaczynamy

rozważania od sytuacji, gdy sonda wraz z paliwem jest już na orbicie ziemskiej.

4. W dniu zaćmienia Słońca efemerydy obserwowanych w pewnej miejscowości pozycji Słońca i Księżyca są następujące:

	Moment	α	δ
Słońce	5 ^h 40 ^m	4 ^h 29 ^m 59 ^s	+ 21°49',5
	7 ^h 40 ^m	4 ^h 30 ^m 19 ^s	+ 21°50',3
	9 ^h 40 ^m	4 ^h 30 ^m 39 ^s	+ 21°51',1
Księżyc	5 ^h 40 ^m	4 ^h 26 ^m 47 ^s	+ 21°45',4
	7 ^h 40 ^m	4 ^h 30 ^m 42 ^s	+ 22°06',8
	9 ^h 40 ^m	4 ^h 34 ^m 37 ^s	+ 22°26',4

Przyjmij, że w czasie całego zaćmienia obserwowany promień tarczy Słońca wynosi 15° 46',5, a Księżyca — 14° 48',0

Jakie będzie w tym miejscu zaćmienie? Oceń jego początek, koniec, wielkość i moment maksymalnej fazy.

ZAWODY II STOPNIA

1. Na początku bieżącego roku osiadł na Marsie lądownik *Spirit*, który będzie wędrował przez okres co najmniej 3 miesiące po dnie krateru, gdzie został osadzony. Oblicz, jak będzie zmieniała się z czasem odległość Marsa od Ziemi, przyjmując, że w momencie lądowania elongacja Marsa wynosiła $\vartheta_0 = 88^\circ$. Przyjmij upraszczajco, że Ziemia i Mars poruszają się w jednej płaszczyźnie, po okręgach o promieniach odpowiednio równych $R_Z = 1 \text{ AU}$, $R_M = 1,52 \text{ AU}$, z okresami obiegu równymi odpowiednio $P_Z = 1 \text{ rok}$ i $P_M = 1,88 \text{ lat}$. Jaki to będzie miało wpływ na czas docierania sygnałów z Ziemi do Marsa i sygnałów powrotnych?

2. W trakcie ewolucji Wszechświata zmienia się jego średnia gęstość. W najprostszym, ale zupełnie dobrze opisującym Wszechświat modelu, określa to równanie Friedmann'a:

$$\dot{R}^2(t) = \frac{8\pi G}{3} R^2(t) \rho(t)$$

Na rozkładówce:

Kolorowe obłoki wokół p Ophiuchi

Spektakularne barwy mgławicy wokół p Ophiuchi stanowią obraz wielu procesów fizycznych, które w niej zachodzą. Obszary niebieskie świecą głównie światłem odbitym — promieniowanie niebieskie p Oph i sąsiednich gwiazd rozprasza się bardziej w tej części mgławicy niż światło czerwone. Dzienne niebo na Ziemi z tych samych powodów jest niebieskie. Czerwone i żółte obszary świecą z powodu emisji atomów i molekuł gazów mgławicy. Promieniowanie niebieskie, fioletowe i nadfioletowe (czyli o dużej energii) po bliskich gorących gwiazd wzbudza i jonizuje (wybija elektrony) atomy i molekuły mgławicy, a następnie, w procesach rekombinacji jest emitowane różnokolorowe promieniowanie w określonych liniach widmowych, zależne od składu mgławicy. Za ciemne obszary są odpowiedzialne ziarna pyłu utworzone w atmosferach młodych gwiazd. Te ziarna prawie całkowicie blokują światło wysyłane przez obiekty leżące za nimi. Chmury mgławicy p Oph leżą znacznie bliżej nas niż widoczna na zdjęciu gromada kulista M4, która znajduje się po prawej stronie u góry naszego kolorowego obrazu. Mgławica ta jest w istocie jeszcze bardziej kolorowa, niż to może dostrzec ludzkie oko i świeci we wszystkich zakresach promieniowania — od najkrótszych fal gamma do promieniowania radiowego.

Fot. Adam Block (KPNO Visitor Program), NOAO, AURA, NSF



gdzie $R(t)$ jest czynnikiem skali, G — newtonowską stałą grawitacji a $\rho(t)$ — gęstością materii. Powyższe równanie różniczkowe opisuje ewolucję czasową tzw. Wszechświata płaskiego (o krzywiźnie równej zero), a kropka nad zmienną oznacza jej pochodną czasową, w tym przypadku pochodną względem czasu kosmicznego t . Wiedząc, że przesunięcie ku czerwieni jest opisane wzorem

$$z = \frac{R(t_w)}{R(t_e)} - 1$$

gdzie t_w i t_e oznaczają odpowiednio czas kosmiczny w momencie rejestracji światła (czyli współcześnie) oraz w momencie jego emisji, oblicz średnią gęstość Wszechświata obecnie i w momencie emisji światła, którego przesunięcie ku czerwieni obecnie wynosi 6.

W rozpatrywanym zakresie zmienności czasu kosmicznego można założyć, że Wszechświat jest wypełniony pyłem, czyli ciśnienie materii jest możliwe do pominięcia. Zauważ, że konieczny do rozwiązania zadania związek między gęstością masy i czynnikiem skali da się określić. Przyjmij, że stała Hubble'a z definicji określona jako

$$H(t) = \frac{\dot{R}(t)}{R(t)} \text{ wynosi współcześnie } 70 \frac{\text{km}}{\text{s} \cdot \text{Mpc}}.$$

3. Podaj ekstremalne szerokości geograficzne występowania „księżycowych dni i nocy polarnych” dla Księżyca blisko pełni, rozumianych jako zjawisko, w którym Księżyca nie zachodzi w dwóch kolejnych kulminacjach dolnych oraz zjawisko, w którym Księżyca w kolejnych dwóch kulminacjach górnych nie jest widoczny. Przedyskusuj, kiedy w ciągu roku takie zjawiska (dla wskazanych poprzednio obszarów) mogą nastąpić podczas pełni Księżyca.

4. W dniu 8 czerwca 2004 r. nastąpi przejście Wenus na tle tarczy słonecznej. „Kalendarz Astronomiczny na rok 2004” (T. Ściążor, PTMA) podaje następujące momenty zjawiska:

pierwszy kontakt	5 ^h 20 ^m UT,
drugi kontakt	5 ^h 39 ^m UT,
trzeci kontakt	11 ^h 03 ^m UT,
czwarty kontakt	11 ^h 23 ^m UT.

Zaproponuj program obserwacji zjawiska, zakładając, że masz do dyspozycji teleskop o średnicy 25 cm i ogniskowej 250 cm, z napędem zegarowym. W projekcie uwzględnij cel obserwacji, a także określ, jakie dodatkowe oprzyrządowanie będzie potrzebne w przeprowadzeniu obserwacji.

ZAWODY III STOPNIA

1. Obecnie obserwuje się pozagalaktyczne obiekty od całkiem bliskich, aż do mających przesunięcie ku czerwieni $z \approx 6$. Biorąc pod uwagę, że przepuszczalne przez atmosferę ziemską promieniowanie elektromagnetyczne w zakresie widzialnym zawiera się w granicach od 380 do 780 nanometrów, określ:

1. Jaką temperaturę musiałby mieć obiekt traktowany jako ciało doskonale czarne o przesunięciu ku czerwieni około 6, by móc zarejestrować w zakresie widzialnym okolice maksimum jego widma termicznego? Gwiazdy jakich typów widmowych w tym obiekcie mają maksima jasności obserwowane z Ziemi w zakresie widzialnym?

2. W jakich zakresach widma należałyby obserwować pobliskie obiekty galaktyczne, by móc z nimi porównać własności tego odległego obiektu obserwowanego w zakresie widzialnym.

3. W jakim zakresie widma należałyby ten odległy obiekt obserwować, gdyby chcieć stwierdzić, czy w obiekcie tym są gwiazdy o własnościach zbliżonych do Słońca.

Dane dotyczące temperatur gwiazd odpowiednich typów widmowych i potrzebne stałe wyszukaj samodzielnie.

2. Satelita obiegający Ziemię po okręgu w płaszczyźnie równika, w odległości a od środka Ziemi, w okresie P podczas krótkiego jednorazowego impulsu uzyskał dodatkowy wektor prędkości v' . Opisz ruch satelity po impulsie, który nadał satelicie dodatkowy wektor prędkości:

a) równy $1/4$ pierwotnego chwilowego wektora prędkości satelity ($1/4 v$),

b) przeciwny do pierwotnego wektora prędkości chwilowej satelity,

c) prostopadły do pierwotnej płaszczyzny orbity satelity i o wartości równej $1/4$ wartości pierwotnego wektora prędkości,

d) prostopadły do pierwotnej płaszczyzny orbity satelity i o wartości równej wartości pierwotnego wektora prędkości.

Określ wszystkie możliwe parametry orbity satelity, w stosunku do parametrów orbity pierwotnej, po uzyskaniu dodatkowego wektora prędkości.

3. W 1677 r. Edmund Halley zwrócił uwagę, że obserwacje przejścia Wenus przed tarczą słoneczną mogą posłużyć do wyznaczenia paralaksy Słońca, a tym samym do określenia wartości jednej jednostki astronomicznej. Od tego czasu zdarzyły się zaledwie cztery takie zjawiska: 6 VI 1761, 3 VI 1769, 9 XII 1874 oraz 6 XII 1882. Dla ich obserwacji były wysyłane w różne miejsca globu ziemskiego ekspedycje, które z możliwie dużą dokładnością wyznaczały momenty tzw. kontaktów (definiowanych podobnie jak przy zaćmieniu Słońca) oraz kątowe długości drogi Wenus na tle tarczy słonecznej.

Podaj, w jaki sposób z obserwacji przejścia Wenus na tle tarczy słonecznej, dokonywanych w przynajmniej dwóch odległych miejscach na Ziemi, można obliczyć wartość jednostki astronomicznej. Przyjmij następujące założenia:

1. Zarówno Ziemia, jak i Wenus obiegają Słońce po okręgach, przy czym okres obiegu Wenus wynosi P_W lat.

2. Obserwacje dokonywane są z dwóch odległych miejsc na Ziemi, tak dobranych, że środek zjawiska przypada w tym samym momencie blisko górowania Słońca. Najkrótsza odległość pomiędzy tymi miejscami mierzona po powierzchni Ziemi wynosi d , a środek zjawiska w obu

miejscowościach jest obserwowany na tej samej wysokości nad horyzontem.

Jako dane przyjmij również promień Ziemi R_z oraz średnicę kątową Słońca α i odległość kątową β pomiędzy zaobserwowanymi drogami przejścia Wenus na tle tarczy słonecznej.

4. Ile wynoszą średnice najmniejszych z kraterów na Księżyku, które jeszcze można realnie dostrzec w trakcie teleskopowych obserwacji wizualnych z powierzchni Ziemi? Podaj minimalne parametry teleskopu niezbędnego do takich obserwacji. W jakich warunkach obserwacje takie powinny być przeprowadzone?

5. Aparatura planetarium odtwarza jedną z nocy 2004 r. Posługując się dostarczonymi wydawnictwami (atlas nieba, kalendarz astronomiczny na 2004 r.), dla odtwarzanej sytuacji określ:

- datę, porę nocy i miejscowy czas gwiazdowy;
- przybliżone współrzędne równikowe zenitu;
- szerokość geograficzną miejsca obserwacji;
- zidentyfikuj widoczne planety, określając ich współrzędne równikowe i przybliżone współrzędne horyzontalne;
- azymuty punktów przecięcia ekiptyki z horyzontem.

6. W ciągu dzisiejszej nocy (12/13 marca 2004) masz dostęp do lunety (teleskopu) o średnicy obiektywu 100 mm

i ogniskowej 1000 mm. Z dołączonej listy gwiazd zmiennych zaćmieniowych wybierz te, dla których będzie możliwe przeprowadzenie obserwacji w celu wyznaczenia momentu minimum jasności metodą wizualną. Miejsce obserwacji znajduje się w punkcie o współrzędnych $\lambda = 19^\circ E$, $\varphi = 50^\circ N$. Zakładamy, że horyzont jest odsłonięty we wszystkich kierunkach, a warunki pogodowe są bardzo dobre przez całą noc. Spośród otrzymanej listy gwiazd wskaż tę, którą, Twoim zdaniem, powinno się obserwować w pierwszej kolejności. Odpowiedź uzasadnij. Jak zmodyfikować program obserwacji, gdy warunki pogodowe nie będą idealne?

Załączona tabela zawiera kolejno:

— numer kolejny	
— nazwę gwiazdy	
— współrzędne równikowe	(α, δ)
— jasność w maksimum	Max [magnitudo]
— jasność w minimum	min [magnitudo]
— epoka początkowa	$M_0 [JD_{hel}]$
— okres	P [dni]
— szerokość minimum głównego	D [dni]
— typ zmienności:	
EA — gwiazdy zaćmieniowe typu Algola,	
EB — gwiazdy zaćmieniowe typu β Lyr,	
EW — gwiazdy zaćmieniowe typu W UMa.	

Dane do zadania 6.

Nazwa gwiazdy	α	δ	Max	min	$M_0 [JD_{hel}]$	P [d]	D [d]	typ zmien.
1 U Cep	01 ^h 02 ^m ,1	+81°53'	6,75	9,24	2453074,955	2,4930475	0,30	EA
2 AB CVn	12 09,1	+33 44	14,7	15,4	2453075,419	1,29006	0,26	EA
3 CN Com	12 17,1	+16 48	13,3	14,0	2453075,253	0,73544	0,14	EB
4 V Crt	11 21,7	-16 24	9,9	10,53	2453075,001	0,7020361	0,13	EA
5 TY Del	21 02,0	+13 01	9,7	10,9	2453075,686	1,19112689	0,24	EA
6 XX Del	20 26,0	+18 23	13,0	14,8	2453075,448	2,12363	0,21	EA
7 CM Lac	21 58,0	+44 19	8,18	9,15	2453075,275	1,6046916	0,18	EA
8 TX Leo	10 32,4	+08 55	5,66	5,75	2453074,535	2,4450566	0,27	EA
9 UV Leo	10 35,7	+14 32	8,90	9,56	2453075,594	0,60008478	0,10	EA
10 UZ Leo	10 37,9	+13 50	9,58	10,15	2453075,430	0,6180428	0,12	EW
11 BG Leo	11 39,2	+23 29	13,6	15,1	2453075,269	3,779167	0,38	EA
12 BL Leo	11 43,0	+25 03	13,8	14,5	2453075,756	0,2819306	0,06	EW
13 UX Peg	22 26,2	+17 46	10,7	12,0	2453075,892	1,544617	0,21	EA
14 VW Peg	22 54,0	+32 58	9,9	10,6	2453075,478	1,170648	0,14	EA
15 AT Peg	22 11,0	+08 11	8,97	9,75	2453075,064	1,1460764	0,20	EA
16 AW Peg	21 50,0	+23 47	7,40	8,61	2453067,634	10,62259	1,06	EA
17 BK Peg	23 44,6	+26 17	9,97	10,47	2453072,614	5,4899085	0,33	EA
18 BY Peg	21 36,7	+27 55	12,9	13,6	2453075,143	0,3419372	0,07	EW
19 DI Peg	23 29,7	+14 42	9,38	10,48	2453075,588	0,7118168	0,15	EA
20 FL Peg	21 24,1	+09 04	13,5	14,3	2453075,267	0,474324	0,09	EA
21 TX UMa	10 42,0	+45 50	7,06	8,80	2453074,397	3,0632382	0,30	EA
22 XY UMa	09 06,3	+54 42	9,50	10,17	2453075,292	0,478994587	0,10	EB
23 BG Vul	21 17,2	+21 51	12,9	13,7	2453075,184	0,403252	0,08	EW
24 HS Vul	20 00,3	+22 36	13,9	14,2	2453075,257	0,3320669	0,07	EW

Trzy lata OSIRIS-a

Dokładnie 23 lutego 2004 r. Kanadyjska Agencja Kosmiczna świętowała trzecią rocznicę wystrzelienia na orbitę instrumentu OSIRIS i jego instalacji na szwedzkim satelicie Odin. OSIRIS to wspólne przedsięwzięcie naukowców przede wszystkim z Kanady, jak również Szwecji, Finlandii i Francji. W największym skrócie, głównym celem misji jest precyzyjne monitorowanie zasobności atmosfery w ozon. Po trzech intensywnych latach instrumentarium jest w wyśmienitej kondycji, dając nadzieję na długą i owocną kontynuację misji naukowej.

Jak podkreśla profesor Edward Llewellyn z University of Saskatchewan, kierownik całego projektu, OSIRIS jako pierwszy umożliwił uczonym precyzyjne zdefiniowanie struktur atmosferycznych. Innymi słowy, możliwe jest wykonywanie skanowania atmosfery, na zasadzie podobnej do wykorzystywanej szeroko w medycynie tomografii. Otrzymane dotychczas wyniki pokazały, jak daleka od kompletności była nasza wiedza o strukturach, które „czają” się w ziemskiej atmosferze.

Możliwości, jakie daje OSIRIS, są naprawdę imponujące. Wśród całego ich bogactwa warto wymienić choć kilka: tworzenie map koncentracji aerosoli i dwutlenku azotu (czyli głównych źródeł zanieczyszczenia atmosfery) czy też dostarczanie dziennych, miesięcznych i rocznych profili wysokościowych ozonu dla danego obszaru.

Zebrane w 2002 r. dane dowodzą tendencji zmniejszania się zubożenia ozonu, jednakże z drugiej strony wiadomo, iż dziura ozonowa nad Antarktydą w 2003 r. była większa niż kiedykolwiek wcześniej. Co gorsza, tempo regenera-

cji warstwy ozonowej jest dużo mniejsze aniżeli normalne.

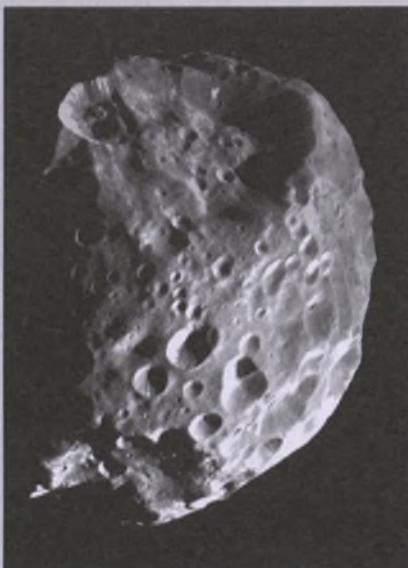
Na koniec warto zaznaczyć, iż tak uzyskane ekspertyzy, jak i wypracowane nowe metody podczas służby OSIRIS-a, mogą się okazać wielce wartościowe w badaniach atmosfery Marsa oraz innych planet Układu Słonecznego.

(mag)

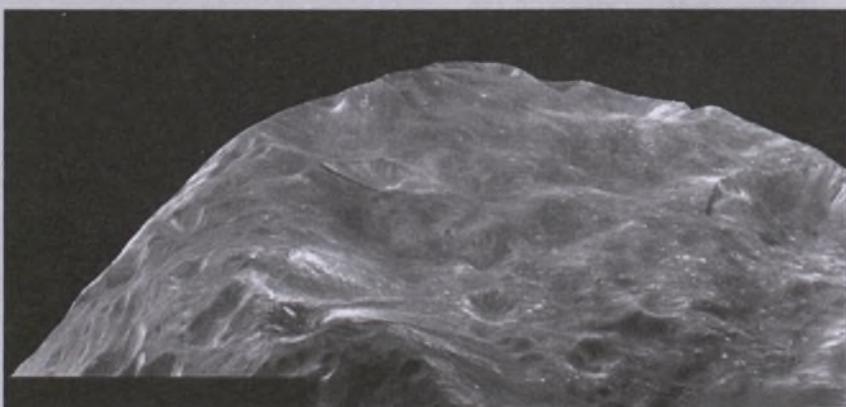
Widoki na Phoebe

Przedstawiamy poniżej kilka najnowszych zdjęć wykonanych w czerwcu przez sondę Cassini-Huygens. Pokazują one nieznane oblicze Phoebe, jednego z księżyców Saturna — bogatego w lód, pokrytego cienką (300–500 m) warstwą ciemnej materii.

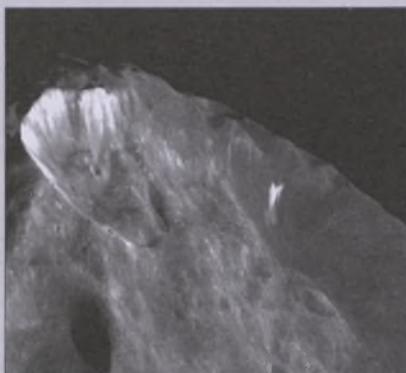
Fot: NASA/JPL/Space Science Institute



Ciemne oblicze. Phoebe odbija zaledwie jakieś 6% światła słonecznego. Najjaśniejsze są przypuszczalnie całkiem małe, niewielkie kraterы — wybijający te „rany” intruzi odsłoniły lodowe, jaśniejsze wnętrze księżyca.



Morze kraterów. Okolice bieguna południowego Phoebe — zdjęcie obejmuje jakieś 120 km, widziane z odległości niespełna 13 tys. km — są usiane kraterami różnego „kalibru”. Jaśniejsza materia to prawdopodobnie lód. Ściany największych kraterów mają prawie 4 km wysokości!

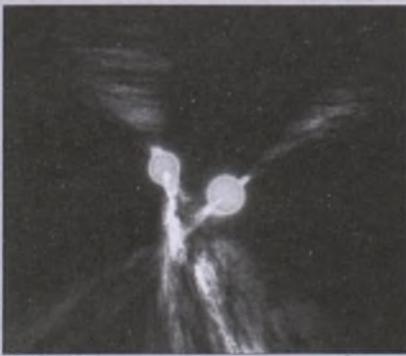


Dwa w jednym. Krater widoczny po lewej, wielkości około 45 km, znajduje się w jeszcze większej formacji, o rozmiarze rzędu 100 km. Naukowcy spodziewają się ciekawych odkryć, gdy tylko uda im się rozpracować poprawną chronologię wydarzeń, mających tu miejsce w przeszłości

Pulsarowa para

Odkryto pierwszą parę pulsarów — wyjątkowo gęstych obracających się gwiazd, które „nadają” na falach radiowych. Gwiazdy okrążają się wzajemnie w bardzo zawiłym tańcu. Pierwszy pulsar odkryto w 1967 r., od tego czasu odkryto ponad 1400 takich obiektów. W 1974 r. odkryto pierwszy układ pulsar-gwiazda neutronowa (Nagroda Nobla w 1993 r.). Jednak niedawne odkrycie to jedyny znany związany grawitacyjnie układ dwu pulsarów.

Pulsary to rodzaj „pulsujących” gwiazd neutronowych. Gwiazda neutronowa powstaje w czasie wybuchu supernowej — część gwiazdy „rozrzucana” jest w spektakularnym wybuchu, a jądro gwiazdy się zapada. Gwiazda neutronowa ma masę około 2-3 mas Słońca upakowaną w kuli o promieniu rzędu 10 km, co daje średnią gęstość rzędu 10^{15} g/cm³! (Dla porównania gęstość wody to 1 g/cm³, a średnia gęstość Słońca to 1,4 g/cm³). W „normalnej” gwiazdzie zachodzą reakcje termojądrowe, palą się coraz cięzsze pierwiastki, poczynając od wodoru i helu, dzięki nim



Ilustracja odkrytej pary pulsarów. Źródło: Jodrell Bank Observatory

gwiazda ma energię, którą wyświetca w postaci promieniowania elektromagnetycznego. W gwiazdzie neutronowej nie zachodzi spalanie, więc nie tworzy się energia. Dlatego, choć gwiazda neutronowa powstaje jako obiekt bardzo gorący, bardzo szybko też stygnie, bo nie ma co ją "ogrzewać".

Pulsary emittują promieniowanie radiowe o dużym natężeniu, ale nie izotropowo, lecz w wąskiej wiązce. Gwiazdy te mają silne pole magnetyczne i to ono jest odpowiedzialne za kierunkowe promieniowanie pulsara. Gdy gwiazda rotuje, wraz z nią porusza się ta wiązka — analogicznie do latarni morskiej. Obserwator, jeśli znajdzie się pod odpowiednim kątem w stosunku do pulsara-latarni, będzie „omiatany” jego promieniowaniem. Choć latarnia morska świeci cały czas, my widzimy tylko jej miganie — okresowe pojawianie się wiązki światła. W przypadku pulsarów mamy do czynienia z pulsującym sygnałem radiowym.

Odkrycie układu dwu gwiazd neutronowych nazwanych PSR J0737-3039 ogłoszono w 2003 r. Obserwacji dokonała międzynarodowa grupa naukowców z Włoch, Australii, Wielkiej Brytanii i USA. Zaproponowali oni następujące wyjaśnienie odkrycia: mamy do czynienia z duetem, w skład którego wchodzi obracający się pulsar i niepulsująca gwiazda neutronowa. Nieco później, w tym samym roku naukowcy pracujący w Parkes Observatory w Nowej Południowej Walii w Australii, stwierdzili, iż w rzeczywistości obie gwiazdy to pulsary — oznaczało to pierwsze potwierdzone odkrycie podwójnego układu pulsarów. Gwiazdy tego układu oznaczono po prostu jako A i B. Składnik A pulsuje z okresem 2,8 s, składnik B z okresem 23 ms.

Układ ten znajduje się w naszej Galaktyce w odległości około 2 tys. lat świetlnych od Ziemi. Składniki są oddalone od siebie o 800 tys. km, obiegają wspólny środek masy w czasie 2,4 godz., co czyni je jednymi z najszybszych gwiazd we Wszechświecie.

Uczeni byli zdziwieni, odkrywając, że pulsar B jest „włączony” (świecący) tyl-



Ilustracja tłumaczy obserwacje i pokazuje, jak działa układ dwóch pulsarów. Ponieważ pulsar A i B okrążają się nawzajem, więc okresowo składnik A oświetla składnik B, a wówczas jasność gwiazdy B wzrasta

ko w określonych pozycjach na swojej orbicie. Wyglądało to, jakby coś włączało i wyłączało miganie pulsara. B. Frederick Jenet i Scott Ransom, autorzy pracy, która 29 kwietnia ukazała się w *Nature*, uważają, że to coś jest blisko związane z radioemisją pochodzączą z pulsara A. Autorzy są przekonani, że składnik B staje się jasny, gdy jest podświetlany przez emisję składnika A. Strumień energii z pulsara A wpływa na pole magnetyczne pulsara B, powodując zmiany jego gęstości strumienia oraz kształtu wysyłanego pulsu. Opierając się na Einsteinowskiej Teorii Grawitacji, autorzy przewidzieli ewolucję tego układu w przyszłości: ponieważ jest to układ silnie oddziaływający grawitacyjnie, to ich wzajemne przyciąganie zmieni w przyszłości emisję promieniowania z pulsara A, a to z kolei spowoduje, że w innym położeniu na orbicie składnik B będzie podświetlany przez A. Swoje badania autorzy oparli o obserwacje wykonane przez teleskop

Green Bank w Zachodniej Wirginii (USA). Odkryty układ może stać się kamieniem milowym nauki o pulsarach radiowych, a stworzony model jest krokiem w kierunku ich zrozumienia.

Na stronie Jodrell Bank Observatory można znaleźć animacje obrazujące powstanie układu dwóch pulsarów oraz animacje ich ruchu.

Opr. K. Zawada

Kosmiczne szkło powiększające

Po raz pierwszy astronomowie, używając kosmicznego efektu powiększającego, potwierdzili istnienie planety krążącej wokół odległej gwiazdy. Odkrycia dokonano nie tradycyjną metodą obserwacji niewielkich zmian w widmie gwiazdy wywołanych krążącą wokół niej planetą, ale obserwując zmiany, jakie w obiekcie bardzo odległej gwiazdy wywołała inna gwiazda wraz z obiegającą ją planetą. Zjawisko to zwane jest mikroszkrowniem grawitacyjnym. Gwiazda lub planeta może zadziałać jak kosmiczna soczewka, która wzmacnia i pojaśnia światło gwiazdy położonej znacznie dalej. Pole grawitacyjne gwiazdy-powiększaczka ugina i ogniskuje światło tak samo, jak soczewka ugina i ogniskuje światło obserwowanej gwiazdy w teleskopie. Albert Einstein przewidział ten efekt w swojej teorii względności i potwierdził w odniesieniu do naszego Słońca. Dzięki temu zjawisku można odkrywać istnienie planet o małych masach. Najnowsze odkrycie było możliwe dzięki współpracy międzynarodowych grup badawczych: Microlensing Observations in Astrophysics (MOA) i Optical Gravitational Lensing Experiment (OGLE). Natomiast dobrze wyekwipowani amatorzy astronomicznych odkryć mogą używać tej samej techniki, by pomóc w potwierdzeniu istnienia planet wokół innych gwiazd.

Nowo odkryty układ gwiazda-planeta znajduje się 17 tys. lat świetlnych od nas (czyli w naszej Galaktyce) w gwiazdozbiorze Strzelca. Planeta krążąca wokół gwiazdy typu czerwony karzeł jest



Być może tak wygląda planeta półtora raza większa niż Jowisz, okrążająca swoją macierzystą gwiazdę — czerwonego karła

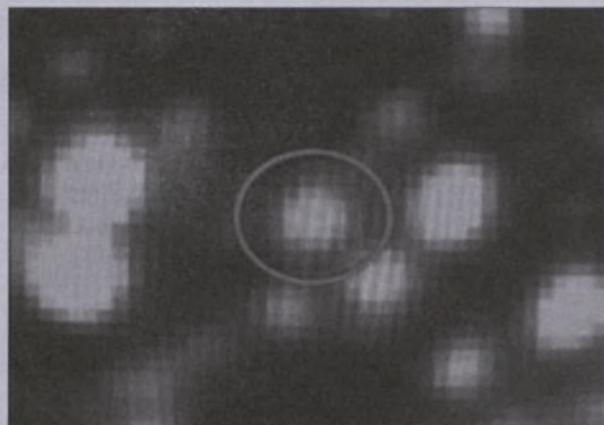
Fot: NASA/JPL

prawdopodobnie pół-tora raza większa niż Jowisz. Planeta znajduje się trzy razy dalej od swojej mniej rzystej gwiazdy niż nasza Ziemia od Słońca. Duet ten powoduje wzmocnienie światła dochodzącego od gwiazdy położonej blisko centrum Drogi Mlecznej w odległości około 24 tys. lat świetlnych od nas.

W najwcześniej-szych obserwacjach mikrosoczewkowania naukowy stwier-

dzili typowy kształt wyjaśnienia, który wskazuje, że grawitacja jakiejś gwiazdy wpływa na światło biegnące z obiektu znajdującego się dalej. Najnowsze obserwacje ujawniły dodatkowe „piki” wyjaśnienia, wskazując na dwa masywne obiekty odpowiedzialne za soczewkowanie. Po precyzyjnej analizie kształtu krzywej zmian blasku naukowcy wyznaczyli masę mniejszego składnika na 0,4% masy większego składnika. Stwierdzono, że taki układ to nic innego jak planeta obiegająca gwiazdę.

Prof. Bohdan Paczyński z Uniwersytetu Princeton, członek zespołu OGLE, po raz pierwszy zaproponował użycie mikrosoczewkowania grawitacyjnego do szukania ciemnej materii w 1986 r. W 1991 r. prof. Paczyński i jego student



Zdjęcie jest częścią danych, na podstawie których stwierdzono istnienie planety wokół innej gwiazdy. Obraz pochodzi z 1,3-m warszawskiego teleskopu znajdującego się w Obserwatorium Las Campanas w Chile. Fot: NASA/JPL

Shude Mao zaproponowali użycie mikrosoczewkowania do szukania planet krążących wokół innych gwiazd. Trzy lata później 3 grupy zakomunikowały pierwszą detekcję zjawiska mikrosoczewkowania grawitacyjnego. Soczewką była gwiazda. Wcześniejsze odkrycia były nie potwierdzone.

„Jestem podekscytowany tym, że przewidywania potwierdzają się” — powiedział prof. Paczyński. On i jego współpracownicy wierzą, że w niedalekiej przyszłości obserwacje doprowadzą do odkrycia planet rozmiaru Neptuna czy nawet Ziemi.

Mikrosoczewkowanie może z łatwością ujawnić obecność innych planet, bo zmienia bardzo mocno jasność gwiazdy znajdującej się za soczewką. Zjawia-

sko to ma miejsce jednak tylko wówczas, gdy 2 gwiazdy (ta, która soczewkuje i ta, której światło ulega soczewkowaniu) są idealnie ustawione względem siebie. Jest to rzadki przypadek i aby go gdzieś znaleźć na niebie, musimy monitorować miliony gwiazd. Rozwój technik obserwacyjnych uczynił to zadanie wykonalnym. Jako przykład można podać kamerę Ogle-III o dużym polu widzenia czy będący w trakcie budowy 1,8-m teleskop Moa-II.

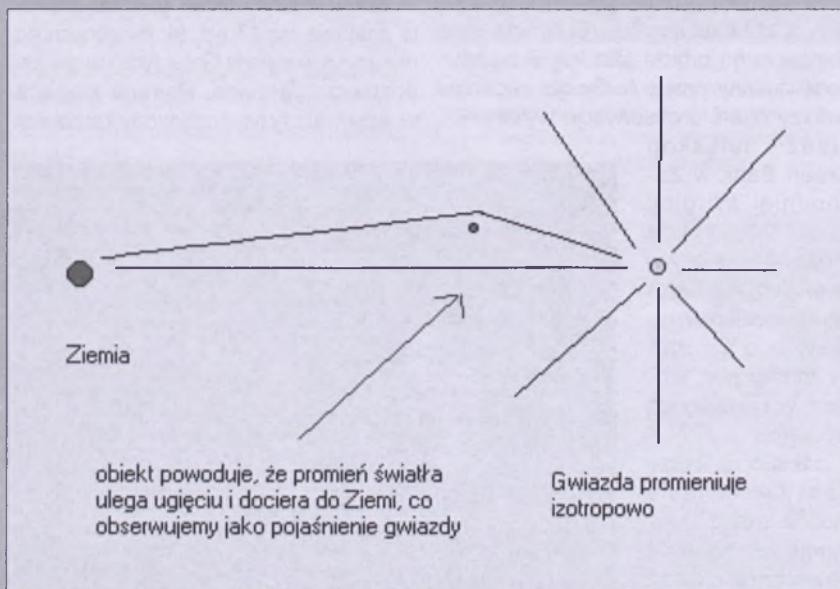
Artykuł dotyczący tego odkrycia ukazał się 10 maja w *Astrophysical Journal Letters*. O wcześniejszych odkryciach zespołu OGLE czytaj na stronach ORIONA.

Opr. K. Zawada

Pośrednie czarne dziury?

Końcowym etapem życia ciężkich gwiazd (tj. o masach bardzo znacznie przewyższających masę słońca) jest powstanie czarnych dziur. Zarówno teoria, jak i obserwacje przewidują typowy zakres ich mas od kilku do kilkunastu mas Słońca. Z drugiej strony, czarne dziury o masach od miliona do miliarda mas Słońca są powszechnie obserwowane w centrach galaktyk (np. czarna dziura o masie 3 mln mas Słońca w centrum naszej Galaktyki), chociaż szczegóły ich powstania nie są dobrze zrozumiane.

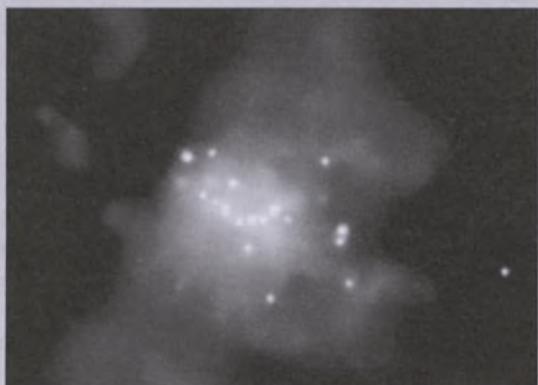
Istnienie czarnych dziur o masach pośrednich pomiędzy powyższymi dwiema kategoriami było od szeregu lat przedmiotem kontrowersji. Argumentu za ich istnieniem dostarczały obserwacje bardzo jasnych źródeł promieniowania rentgenowskiego (tzw. ultraluminous X-ray sources, ULX) w pobliskich galaktykach, ale w dużych odległościach od ich centrów (gdzie by mogły być wyjaśnione przez spadek materii na centralne supermasywne czarne dziury), np. w tzw. ramionach spiralnych. Rysunek 1 pokazuje populację źródeł ULX w galaktyce M82. Ich jasności znacznie przewyższają jasności obserwowane ze spadku materii na czarne dziury o gwiazdowym pochodzeniu, jak też teoretyczne ograniczenie na tę jasność związane z ciśnieniem promieniowania tak dużym, że jest w stanie powstrzymać dalszy spadek materii na obiekt (odkryte przez sir Artura Eddingtona w latach 20.). Źródła typu ULX spełniałyby ograniczenie Eddingtona, jeśli ich masy wynosiły co najmniej kilkadziesiąt do kilkuset mas Słońca.



Zjawisko mikrosoczewkowania grawitacyjnego: jeśli masywny obiekt znajdzie się blisko linii gwiazda-obserwator, to może spowodować ugięcie promieni świetlnych gwiazdy, które dochodzą do Ziemi, powodując, że obserwowany obiekt wydaje się jaśniejszy. Gdy obiekt się oddali, znów będziemy obserwować pierwotną ilość promieniowania, światło nie będzie uginane

Taka interpretacja budziła jednak gwałtowny sprzeciw wielu uczonych. Wskazywano na brak ewolucyjnej drogi prowadzącej do takich mas. Proponowano zamiast tego silną anizotropię promieniowania. Jeżeli źródło promieniuje głównie w naszym kierunku, jego całkowita jasność będzie znacznie mniejsza od jasności obliczonej przy założeniu promieniowania równomiernego we wszystkich kierunkach. Taka anizotropia była jednak w sprzecznosci z obserwacjami okolic źródeł ULX, wskazującymi na izotropię ich promieniowania. Proponowano też, że źródła te są w jakiś sposób w stanie emitować znacznie powyżej granicy Eddingtona, co poza pojawiającymi się wtedy trudnościami teoretycznymi nie zgadza się z obserwacjami w naszej Galaktyce źródeł, które w ogólności nie świecą znacznie powyżej tej granicy.

Nowa praca S. Portegies Zwart i in. w *Nature* (2004, t. 428, s. 724; komentarz N. McCrady, s. 704) rozwiązuje problem braku ewolucyjnego sposobu otrzymywania czarnych dziur o pośrednich masach. Analiza autorów opiera się na fakcie, że źródła typu ULX znajdują się



Obraz galaktyki M82 uzyskany przez kosmiczne obserwatorium Chandra. Jasne punkty pokazują populację bardzo silnych źródeł promieniowania rentgenowskiego. Ich emisja jest najprawdopodobniej wynikiem akrecji materii na czarne dziury o pośrednich masach

w obszarach, gdzie zachodzi gwałtowne tworzenie nowych gwiazd. Ich szczegółowe obliczenia pokazują, że ciężkie gwiazdy (o masach rzędu 100 mas Słońca) mogą spadać do centrum takiej gromady młodych gwiazd, w wyniku grawitacyjnego tarcia. W pobliżu centrum ciężkie gwiazdy będą się zderzały pomiędzy sobą, tworząc supergwiazdę o masej rzędu 1000 mas Słońca. Gwiazda taka ma jednak bardzo krótki czas życia i szybko zapada się, tworząc masowną czarną dziurę. Ona z kolei może zlapać w swoje pole grawitacyjne inną gwiaz-

dę, tworząc układ podwójny emitujący obserwowane promieniowanie rentgenowskie typu ULX.

Autorzy badają warunki, które musi spełniać gromada młodych gwiazd, aby powstała taka supergwiazda (zamieniająca się szybko w czarną dziurę). Pokazują, że ich teoretyczne przewidywania zgadzają się z obserwacjami (m.in. przez satelitę Chandra) źródeł ULX z obszarów gwiazdowych spełniających te warunki oraz brakiem takich źródeł w gromadach gwiazd nie spełniających tych warunków.

Tak więc praca w *Nature* przekształca szalę w stronę bezpośrednią interpretacji obserwacji bardzo jasnych źródeł rentgenowskich jako pochodzących z układów zawierających czarne dziury o pośrednich masach. Można tu wspomnieć uprzednio kontrowersje dotyczące istnienia czarnych dziur o „zwykłych” gwiazdowych masach, np. zakład, w którym Stephen Hawking grał roczną prenumeratę miesięcznika *Penthouse* do Kipa Thome'a po przypuszczeniu, że źródło Cygnus X-1 zawiera jednak czarną dziurę, a nie gwiazdę neutronową.

Andrzej Zdziarski

Dźwięki czarnej dziury

W 2002 r. astronomowie, za pomocą obserwatorium rentgenowskiego Chandra, po raz pierwszy zaobserwowały fale dźwiękowe pochodzące z bardzo masywnej czarnej dziury. Wydawany przez nią dźwięk jest najniższy ze wszystkich, jakie do tej pory zarejestrowano we Wszechświecie. Potworne ilości energii przenoszone przez te fale dźwiękowe mogą wyjaśnić ważne problemy astrofizyczne, jak choćby naturę kształtowania się największych struktur we Wszechświecie — gromad galaktyk.

Czarna dziura znajduje się w gromadzie galaktyk w Perseuszu, oddalonej od Ziemi o 250 mln lat świetlnych. Otrzymane specjalną techniką obrazy ukazują koncentryczne zmarszczki w gazu otaczającym gromadę (patrz zdjęcie). Są one oznaką fal dźwiękowych przemieszczających setki tysięcy lat świetlnych od czarnej dziury położonej w centrum gromady.

Wczesniejsze obserwacje ujawniły ogromne ilości światła i ciepła wypo-

dukowanego przez tę czarną dziurę. „Teraz odkryliśmy jeszcze jej dźwięki” — stwierdził szef zespołu badawczego Andrew Fabian z Instytutu Astronomii w Cambridge.

Posługując się terminami muzycznymi, wysokość dźwięku generowanego przez tę czarną dziurę przekłada się na nutę „B”. Lecz ucho ludzkie nie ma szans na usłyszenie tego kosmicznego koncertu, gdyż nuta owa znajduje się 57 oktaf poniżej środkowego „C”. Dla porównania, klasyczne pianino obejmuje tylko 7 oktaf. Mamy więc do czynienia z częstotliwością ponad 100 biliardów razy niższą niż granica ludzkiego słuchu!

O dziwo, czarne dziury nie stanowią takiej podnietu dla wyobraźni muzyków, jaką są dla pisarzy fantastyki naukowej. W swoim archiwum znalazłem tylko jedną płytę z czarną dziurą w tytule: *Birth of a Black Hole* belgijskiego muzyka Danny'ego Budtsa tworzącego pod pseudonimem Syndromeda. Płyta jest pełna pulsującej, energetycznej, niepo-

astronomia i muzyka

kojącej muzyki, z dużą ilością ciężkich basów, ale i nie pozbawiona pięknych melodii. Warto odbyć tę, momentami „straszna”, podróż, by dotrzeć do... ostatecznej odpowiedzi.

Miłośnicy rocka zapewne dobrze pamiętają piękną piosenkę Chrisa Cornell'a w wykonaniu Soundgarden *Black Hole Sun*, gdzie czarna dziura Słońca ma przyjść pochłonąć przygnębienie autora. Piękne zastosowanie praktyczne obiektu!

J. Drążkowski



Fot. NASA/CXC/IoA/A. Fabian i in.

Prof. Jerzy Dobrzycki (1927–2004)

Pierwszego dnia lutego 2004 r. zmarł w Warszawie profesor Jerzy Dobrzycki, astronom, historyk astronomii o światowej renomie, miłośnikom astronomii znany z trzech wydań swego *Atlasu nieba gwiaździstego*.

Jerzy Dobrzycki urodził się w Poznaniu 8 kwietnia 1927 r. jako szóste, najmłodsze dziecko Stanisława Dobrzyciego, uznanego filologa i historyka literatur słowiańskich, od 1919 aż do śmierci w 1931 r. profesora Uniwersytetu Poznańskiego, oraz Marcjanny Dobrzyckiej, z domu Świerczewskiej. W grudniu 1939 r. rodzina Dobrzyckich



została wysiedlona do Piotrkowa Trybunalskiego, gdzie Jerzy uczył się na tajnych kompletach gimnazjalnych i licealnych. Maturę zdał eksternistycznie w kwietniu 1945 r. w Łodzi. W czerwcu tego samego roku wstąpił na Wydział Matematyczno-Przyrodniczy Uniwersytetu Poznańskiego, podejmując studia astronomiczne. Ukończył je w kwietniu 1951 r.

Już w czasie studiów Jerzy Dobrzycki ujawnił nieprzeciętne predyspozycje do prowadzenia badań naukowych. W 1949 r. wraz z A. Kwiekiem odkrył planetoidę 1572 Posnania i w grudniu tego roku został młodym asystentem przy Katedrze Astronomii Uniwersytetu Poznańskiego. Po zdaniu egzaminu

magisterskiego otrzymał nominację na asystenta, a od 1 grudnia 1952 r. był aspirantem przy katedrze. Jego badania naukowe koncentrowały się na obserwacjach komet i planetoid oraz na metodach wyznaczania ich orbit. W grudniu 1955 r. został powołany na stanowisko adiunkta w Zakładzie Astronomii PAN i wraz z żoną, Marią Dobrzycką, przeniesiony do Astronomicznej Stacji Szerokościowej PAN w Borówcu, gdzie prowadzili wspólne badania pod kierunkiem prof. Józefa Witkowskiego. W grudniu 1960 r. Jerzy Dobrzycki uzyskał stopień doktora nauk matematyczno-fizycznych na Uniwersytecie im. Adama Mickiewicza w Poznaniu na podstawie pracy *Badanie ruchu komety Holmesa — Zbliżenie do Jowisza 1906–1913*.

Równolegle Jerzy Dobrzycki rozwijał swe zainteresowania dotyczące dziejów astronomii. W 1953 r. włączył się do obchodów Roku Kopernikowskiego; z tego okresu pochodzą jego pierwsze prace poświęcone astronomii Mikołaja Kopernika i historii zegarów. W połowie lat 50. nawiązał współpracę najpierw z Komisją, a później Komitetem Historii Nauki i Techniki PAN oraz bezpośrednio z prof. Aleksandrem Birkenmajerem, wybitnym badaczem nauki średniowiecznej i kopernikanistą. Kilka miesięcy po doktoracie Jerzy Dobrzycki został, na własną prośbę, przeniesiony służbowo do nowo powstałego Zakładu Historii Nauki i Techniki PAN w Warszawie. Odtąd poświęcił się całkowicie historii astronomii.

W listopadzie 1965 r. Rada Wydziału Matematyki, Fizyki i Chemicznej Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu nadała Jerzemu Dobrzyckiemu stopień docenta w zakresie historii astronomii. Jego rozprawa habilitacyjna nosi tytuł *Teoria precesji w astronomii średniodwiecznej* („*Studia i Materiały z Dziejów Nauki Polskiej*”, seria C, z. 11, 1965, s. 3–47), ale obejmuje ewolucję poglądów na jeden z najistotniejszych elementów dawnej astronomii od epoki hellenistycznej po czasy Kopernika; widoczne są w niej wszystkie najważniejsze cechy warsztatu naukowego histo-

ryka astronomii najwyższej próby, przede wszystkim swoboda w poruszaniu się w materiale źródłowym i perfekcyjne opanowanie matematycznego aparatu astronomii klasycznej.

Światowe uznanie zapewniły Jerzemu Dobrzyckiemu prace dotyczące dzieła Mikołaja Kopernika. W latach 60. zidentyfikował w bibliotece Uniwersytetu w Aberdeen egzemplarz *Commentariolus Kopernika*; wcześniej były znanie tylko dwie kopie, sztokholmska i niepełna wiedeńska. W fundamentalnym wydaniu polskiego przekładu *De revolutionibus* (1976) napisał komentarz do matematycznej części dzieła: od rozdziału 12 księgi I do końca księgi VI; pierwsze, kosmologiczne fragmenty skomentował Aleksander Birkenmajer. Był redaktorem nie tylko polskiej edycji *O obrotach*, lecz także łacińskiej (1975) i angielskiej (1978). Lata 80. i 90. przyniosły ważne prace dotyczące astronomii wczesnego renesansu, publikowane samodzielnie oraz we współpracy z polskimi i zagranicznymi historykami nauki. W ślad za działalnością naukową szły liczne funkcje organizacyjne. Do najważniejszych można zaliczyć: sekretarz naukowy Komisji Kopernikańskiej Międzynarodowej Unii Historii i Filozofii Nauki; przewodniczący Komisji Nauki w Dobrej Renesansu tejże unii; członek komitetów redakcyjnych „*Journal for the History of Astronomy*” i „*Studi Galileiani*”; wreszcie sekretarza generalnego Towarzystwa Naukowego Warszawskiego.

W 1974 r. Jerzy Dobrzycki otrzymał tytuł profesorski. Już od kilku lat pełnił wówczas funkcję kierownika Zespołu Historii Nauk Matematyczno-Fizycznych i Chemicznych w Zakładzie Historii Nauki i Techniki, który wkrótce przekształcił się w Instytut Historii Nauki, Oświaty i Techniki PAN. Ostateczna transformacja tej placówki — w obecnie działający Instytut Historii Nauki PAN — dokonała się, gdy Jerzy Dobrzycki był jej dyrektorem, wybranym na to stanowisko w grudniu 1989 r.

Głęboką i rozległą wiedzę astronomiczną oraz humanistyczną, jak również precyzyjne myślenie Profesora polski czytel-

nik może docenić za sprawą ważnych opracowań monograficznych. Jego niewielka *Astronomia przedkopernikowska* (1971) wciąż pozostaje najlepszym popularnym zarysem dawnej nauki o Kosmosie w naszym języku. Opublikowana w 1972 r. wspólnie z Marianem Biskupem biografia *Mikołaj Kopernik Uczony i obywatel* miała edycje angielską i niemieckie (trzykrotnie). Każdy, kto chciałby rzetelnie zapoznać się z fundamentami myśli Kopernika, powinien siegnąć po posłowie Profesora, towarzyszące kosmologicznym fragmentom księgi pierwszej *O obrotach*, wydanym nakładem Towarzystwa Naukowego w Toruniu (1987, 1994). Jerzy Dobrzycki jest autorem rozdziałów w tomie I *Historii astronomii w Polsce* (1975) oraz tomie IV *Historii nauki polskiej* (1987). W 1989 r. ukazały się, napisane wspólnie z Tadeuszem Bieńkowskim, *Kierunki rozwoju nauki*, będące pokłosiem wykładów z historii nauki, prowadzonych przez wiele lat w Instytucie Bibliotekoznawstwa i Informacji Naukowej Uniwersytetu Warszawskiego. Rok 1998 przyniósł *Staropolski świat nauki: uczeni i szkoły wobec osiągnięć nowożytnych nauk przyrodniczych* (współautor T. Bieńkowski).

Jerzy Dobrzycki był też z pewnością najwybitniejszym kartografem nieba gwiaździstego w Polsce drugiej połowy XX w. Pierwsze wydanie jego cieszącego się wielką popularnością *Atlasu nieba gwiaździstego widocznego w Polsce* (na epokę 1950.0) ukazało się w 1956 r. Wydanie drugie, *Atlas nieba gwiaździstego. Epoka J2000.0*, przygotowane wspólnie z Adamem Dobrzańskim, pojawiło się w 1989 r., a w nowym, rozszerzonym opracowaniu — w 1997 r. Uważny użytkownik *Atlasu* znajdzie na jednej z map tajemniczą alfę Augiasza. Tak Profesor upamiętnił w epoce, która nie dopuszcza już żadnej dowolności w uranografii, zaprzyjaźnionego gołębia. Obok współczesnej kartografii niebieskiej pasją

Jerzego Dobrzyckiego była historia gwiazdozbiorów i ich kulturowy kontekst. Materiały na ten temat gromadził przez całe swoje naukowe życie, a zwięzleniem tych badań jest wydana w 2002 r. *Historia naturalna gwiazdozbiorów*, obejmująca okres od czasów najdawniejszych po wiek XX i zawierająca niezwykle bogaty materiał ikonograficzny.

Wspomnienie pośmiertne nie jest miejscem, w którym dałoby się szczegółowo przedstawić wszystkie ważne wyniki naukowe, rozsiane w ponad stu pracach; wszystkie funkcje, zaszczyty i nagrody, jakimi Jerzy Dobrzycki był honorowany za wkład do nauki i kultury światowej oraz polskiej. Jedno wszakże należy powiedzieć koniecznie. Za sprawą swej prawości, dobroci, wiedzy i warsztatu naukowego Profesor należy do tych coraz mniej licznych uczonych, którzy w pełni zasługują na miano Mistrza.

Jarosław Włodarczyk

Helena Wilma z Buzków Jaśko (1913–2004)

Kochana Halinko!

Mija 70 lat od chwili, gdy zjawiłaś się w Obserwatorium Astronomicznym Uniwersytetu Jagiellońskiego jako studentka. Później stopniowo wchodziłaś w obowiązki asystenckie oraz bibliotekarskie i trwałaś w swej służbie dla astronomii na rozmaitych stanowiskach przez wiele lat; działałaś w Obserwatorium na różnych polach także już po formalnym przejściu w stan spoczynku.

W ciągu tych lat zmieniali się pracownicy i dyrektorzy Obserwatorium. Następnie czas i tej — ostatniej dla Ciebie — Dyrekciji, w imieniu której przyszło mi dziś pożegnać Cię.

Zegnam Cię więc Halinko w imieniu, nieobecnego w Kraju, profesora Michała Ostrowskiego i jego Zespołu, a także w imieniu wszystkich — aktualnych i byłych Pracowników Obserwatorium Astronomicznego UJ. O serdeczne pożegnanie Cię w imieniu Polskiego Towarzystwa Astronomicznego prosil również — nie mogąc dziś przybyć z Torunia — profesor Andrzej Woszczyk, prezes PTA.

Przez lata przestawiania z Tobą pozostały wszyscy pod urokiem Twojejyczliwości, uczynności i gotowości świadczenia bezinteresownej pomocy; jakieś niebyvalej szlachetności ducha. Zagadka genezy tych wspaniałych cech stała się dla mnie jasna już dawno, gdy miałem szczęście poznać Twojego Ojca, ks. dr. Andrzeja Buzka; zrozumiałem wtedy, że swoją głęboką formację chrześcijańską wyniosłaś z domu rodinnego — być może już „w genach”, a na pewno w wychowaniu.

Zegnając Cię dzisiaj, widzimy z ogromną wyrazistością to, że w całym swoim życiu spełniałaś wszystkie warunki dostąpienia Ośmiu Błogosławieństw z Kazania na Górze. Dlatego wspominając z wdzięcznością Twą nieustanną praktykę świadczenia miłości bliźniego i wiedząc jak wiele było Ci dane cierpieć na tym świecie, pełni ufaności — bo zbrojni w depozyt wiary — nie obawiamy się o Twoją Wieczność. A pozostały tu jeszcze na jakiś czas po Twoim odejściu, powinniśmy dla siebie pragnąć jedynie tego, by Sprawie-

dliwy i Miłosierny Sędzia postawił nas kiedyś po tej samej Swojej stronie, po której — jak ufamy — umieścił już dziś Ciebie.

Żyj w Pokoju, Halinko!

Tymi słowami, w słoneczne południe 23 kwietnia 2004 r., na Cmentarzu Podgórkim w Krakowie — starając się wyrazić myśli większości Obecnych — zegnałem naszą Drogą Koleżankę, Helenę Wilmę z Buzków Jaśkową — dla przyjaciół Halinkę — zmarłą w Krakowie w dniu 18 kwietnia 2004 r.

Przyszła na świat 29 stycznia 1913 r. we Frydku, gdzie Jej ojciec odbudował kościół ewangelicki, zburzony w czasie prześladowań religijnych i był pierwszym pastorem tamtejszej parafii ewangelicko-augsburskiej. W późniejszym czasie objął stanowisko katechety w Cieszynie i tam Halina ukończyła w 1932 r. klasyczne gimnazjum im. Antoniego Osuchowskiego. Po maturze wyjechała na rok za granicę. Spędziła wtedy 9 miesięcy w hrabstwie Kent w Anglii i 3 miesiące w Paryżu

— doskonaląc znajomość języków poznanych w szkole. Po powrocie podjęła studia astronomii w Uniwersytecie Jagiellońskim, realizując swe — żywione od dzieciństwa — pragnienie zostania „astronomką”. Studia te „prawie” ukończyła jeszcze przed wojną — brakowało Jej tylko wysłuchania kursu astronomii sferycznej u prof. T. Banachiewicza, który wykładał poszczególne przedmioty w dość dowolnych, dogodnych dla siebie, terminach.

Na miesiąc przed wybucem wojny została panią Edwardową Jaśko, żoną rozpoczynającego praktykę prawnika, znanego później w Krakowie adwokata. Małżeństwo to dało im dwie córki: Annę (w 1943 r.) i — 12 lat później — Elżbietę.

Halina pracowała w Obserwatorium krakowskim już podczas okupacji i później, ale nie była natarczywa wobec Profesora — zresztą z wzajemnością, wskutek czego dyplom magistra filozofii uzyskała dopiero 5 lat po wojnie. Interesowała się głównie wyznaczaniem orbit planetoid. Prof. Banachiewicz powierzał Jej zatem przede wszystkim prace obliczeniowe, ale nie była wolna od wykonywania rutynowych obserwacji meteorologicznych, a później także od czynnego udziału w fotometrycznych obserwacjach gwiazd zmiennych.

Jako najlepsza wśród pracowników Katedry humanistka i lingwistka, znająca dobrze terminologię astronomiczną i 3 główne języki zachodnioeuropejskie, a ponadto zaznajomiona solidnie z językiem rosyjskim przez samego prof. Banachiewicza, została obarczona także — obok zwykłych obowiązków asystenckich — dość pokąną (ówczes. ok. 20 tys. tomów) biblioteką Obserwatorium, pracując jednocześnie w redakcji „Acta Astronomica”. Z Jej usług korzystali oczywiście bezpośrednio także koledzy — autorzy, którym zawsze była gotowa nieść pomoc, bez oglądania się na „koszty własne”. Tym rodzajem działalności zasłużyła na pseudonim *Halina Britannica*, nadany Jej przez prof. Michała Kamieńskiego. Było wreszcie także „nie do pomyślenia”, by ktoś inny, nie Ona, mógł prowadzić księgi

protokołów Zebrań Naukowych Obserwatorium.

W 1955 r. przystąpiła do opracowania metodą krakowską drugiej połowy bamberskiego szeregu obserwacji heliometrycznych Księżyca, wykonanych przez K. E. Hartwiga. Był to temat Jej pracy doktorskiej, której wynikiem miało być wyznaczenie parametrów libracji fizycznej Księżyca.

Liczne obowiązki zawodowe i redakcyjne Haliny, która w domu nie uchylała się ponadto od absorbującej roli żony, matki i gospodyni, stawały Ją w znacznie trudniejszej sytuacji od tej, która była udziałem Jej dwóch kolegów — mężczyzn, mających podobne tematy prac. Toteż w decydującym

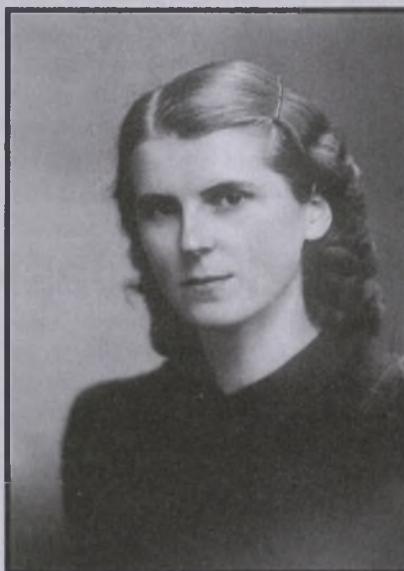
to skrajnie trudne doświadczenie wiary i wszystkich sił duszy i ciała kochającej Matki. Jednak Halina — na pożór drobna i słaba istota, a przecież wielka duchem — sprostała jakimś nadludzkim wysiłkiem tej Próbie.

Później zresztą nigdy nie podejmowała walki w swoim interesie. W Jej systemie wartości dotyczącym pracy, poczesne miejsce zajmowała zawsze potrzeba służenia ludziom i instytucji macierzystej; nie mieściła się tam jednak chyba zupełnie potrzeba wspinania się po „drabinie” służbowej. Halina przejawiała pewną wojowniczość jedynie jako żarliwa patriotka. Z niektórych Jej wypowiedzi wynikało, że była skłonna traktować dosłownie, a nawet programowo, deklarację rewindykacyjną „z szabłą w tle”, zawartą w naszym Hymnie Narodowym. A ciężko przeżywała np. coraz częstsze porażki polskiej reprezentacji piłkarskiej w spotkaniach międzynarodowych.

Gdy kwarta wieku temu przeszła na emeryturę, Jej praca przynosiła Obserwatorium nadal wymierne owoce. Przez wiele lat jeszcze opracowywała systematycznie materiały naszej kartoteki gwiazd zmiennych zaćmieniowych, przenosząc jej zawartość na współczesne nośniki informacji, a w czasie międzynarodowej kampanii obserwacyjnej IHW (International Halley Watch) sporządzała szybko i sprawnie mapki dla obserwatorów wyznaczających pozycje słynnej komety. Dodatkowym trudem było dla Niej dojeżdżanie do — odlegiego już wtedy — Obserwatorium.

W tych późnych latach życia zdarzało się Jej nierzaz żartować z tego, że nie zrobiła żadnej kariery. W swojej skromności nie zdawała sobie chyba jednak sprawy z tego, jak ogromną „karierę” zrobiła w sercach ludzkich. Kaźdemu z nas dawała odczuć, że jest dla Niej kimś wyjątkowo miłym i ważnym, natomiast nikt z nas nie słyszał, by Halina osądzała innych czy mówiła o nich źle. Jej świątlaną Postać zapamiętaliśmy jako zupełnie niezwykłe w naszym świecie zjawisko; jakiś wspaniały dla nas Dar. Po Jej odejściu jest ciemniej.

Jan Mietelski



w momencie 1961 r., kiedy na zaproszenie prof. Z. Kopala udawaliśmy się do Manchesteru, by na tamtejszym komputerze przeprowadzić „ekspresowe” wyrównanie naszych materiałów, opracowanych w Krakowie, Halina była o przysłowiowy krok spóźniała ze swymi rachunkami i nie uczestniczyła w naszej wyprawie. Nigdy też później — mimo sprzyjających warunków technicznych — nasze propozycje kontynuacji i finalizowania Jej obliczeń nie cieszyły się zainteresowaniem ówczesnego kierownika Katedry; zawsze były jakieś inne prace; pilniejsze i absolutnie nieodzowne. Dla samej Haliny sprawa Jej doktoratu stała się w tymże roku 1961 jakąś marginesową błahostką w następstwie ciężkiego ciosu, jakim była tragiczna śmierć córki, Anny. Było

Carl Sagan, Świat nawiedzany przez demony. Nauka jako światło w mroku. Przełożył Filip Rybakowski. Zysk i S-ka Wydawnictwo, s. 448, Poznań.

Ukazała się oto niezwykła książka Carla Sagan, napisana i wydana w USA jeszcze przed jego śmiercią. Niestety, nie wiemy, kiedy stała się dostępna w Polsce, ponieważ Wydawnictwo nie raczyło zamieścić roku jej opublikowania.

Pozycja ta dotyczy przede wszystkim ogromnej ignorancji szerokich rzesz społeczeństwa (amerykańskiego — ale nie tylko) w sprawach naukowych, a zarazem nadmiernego przywiązania (bo jak to inaczej nazwać?) do pseudonauki, demonologii, magii, wiary w UFO. Zresztą nawiedzonych przez demona UFO jest też wiele osób w Polsce. Niestety, do nawiedzonych ludzi logiczne argumenty nie mają dostępu, co upodabnia ich do terrorystów-fundamentalistów. Poniekąd to prawda, ponieważ nawiedzeni terroryzują swoimi poglądami otoczenie, uczonych, a nawet instytucje państwowie i międzynarodowe (np. ONZ czy Watykan).

Ale wróćmy do naszych baranów, czyli różnego rodzaju urojeń, zwidów, demonów, małych szarych ludzików — nie istniejących, a jednak groźnych.

Po ogólnych ubolewaniach nad panującym do dziś stanem niewiedzy w USA i w Europie, mataktwami psychoanalizy i ruchu New Age — przy jednocośnym głębokim przekonaniu, że światło nauki jest „lampą w mroku” — Autor przechodzi do dwóch konkretnych przykładów: „twarzy Księżyca” i „twarzy płaczącego Marsjanina”. Carl Sagan wcale poprawnie wyjaśnia, skąd wzięły się skojarzenia wyglądu tarczy Srebrnego Globu z twarzą człowieka, traktując je jako psychologiczną konieczność porównania czegoś absolutnie obcego (do czasów obserwacji teleskopowych) z czymś dobrze znanim. (Swego czasu otrzymałem list, którego autor wysunął odwrotne twierdzenie: to wygląd tarczy Księżyca zakodował się u człowieka jako jego obecna twarz!). Co się tyczy „twarzy płaczącego Marsjanina”, to sprawa została definitelywnie wyjaśniona podczas misji „Mars Global Surveyor” — była to jednak gra światła i cieni (zob. „Urania-PA” 4/2001), co podejrzewano już wcześniej. Szkoda jednak, że tłumacz albo redakto-

rzy nie podali tego wyjaśnienia w przypisie. Ale wreszcie hochszaplerzy (bo przecież nie popularyzatorzy!) oraz pażerne wydawnictwa przestaną zarabiać krocie na naiwnych czytelnikach żądnych tej „nieziemskiej” sensacji, czego niestety nie można jeszcze powiedzieć o UFO. Właśnie temu wysoce kontrowersyjemu zagadniemu Autor poświęca kilka następnych rozdziałów. Carl Sagan przeprowadza wnikiowe porównania pomiędzy nawiedzeniami opisywanymi w starożytności i — głównie — w średniowieczu (przez demony, inkuby, sukkuby, wreszcie przez samego Szatana), procesami czarownic (trwającymi aż do Oświecenia) — wraz z przytoczeniem niesławnego oraz obłędnego w swej wymowie *Malleus Maleficarum*, a porwaniami i badaniami ludzi przez „obcych”, czyli rzeckomych kosmitów z nie istniejących UFO. We wszystkich tych pseudorelacjiach zdumienie budzi uporczywie pojawiający się i ciągle przewijający wątek erotyczny lub molestowania seksualnego. Jest to wyraźny znak, iż te wszystkie nawiedzenia (także przez szarych ludzików z UFO) mają wyłącznie ziemski charakter, w dodatku dotyczący tzw. świata wewnętrznego człowieka (czyli po prostu urojeń, omamów i wizji), a ponadto świadczą jedynie o niewyżyciu seksualnym księży-inkwizytorów bądź współcześnie zmistyfikowanych osób — najczęściej jest to automistyfikacja! Logicznie biorąc: czy nam zależy na samiach krokodyli? Kto by tak czynił, zostałby bez szacunku okryknięty sodomitą albo głupawym, paskudnym zboczeńcem. Czy więc za takich należy uznać wysoko rozwiniętych, górujących nad nami inteligencją, kosmitów? To jest przecież paranoja, a nie rzetelne zajmowanie się problematyką cywilizacji pozaziemskich, w której to dziedzinie Carl Sagan był nie-wątpliwym specjalistą i autorytetem. Dostało się też od Autora psychoanalitykom i psychoterapeutom. Oskarża ich, na podstawie zebranego materiału dowodowego, o naganne sugerowanie pacjentom, zwłaszcza w trakcie seansów hipnozy, wniosków, akceptacji fałszywych odczuć bądź przeżyć, które nigdy nie zaistniały. Wydaje się, iż Carl Sagan jako wytrawny fizyk uważa metody psychiatrii (czy tylko amerykańskiej?) za uragającą rozumowi obłudę. Przytacza też ucięszcze,

ale kompromitującą psychię, świadome mistyfikacje pacjentów na temat UFO, którzy świetnie się bawili kosztem nawiedzonych... terapeutów.

Dalsze rozdziały tej fascynującej książki zostały poświęcone m. in. paradigmatom metod naukowych w poznaniu rzeczywistości, o których większość domoroskich ufologów i rozmaitych fundamentalistów nie ma najmniejszego wyobrażenia. Jakże żałosnie na tym tle wygląda pseudonauka (np. cała astrologia), Trójkąt Bermudzki, ruch New Age, spostrzeganie pozazmysłowe (ESP), „cudowne uzdrawianie”, numerologia, „piramidologia”, ufologia itd., itp. — i jak zarazem przerażająca jest wiara tłumów w te brednie albo nawet ewidentne oszustwa! Gorzej, kiedy pojawiają się postawy antynaukowe, jak np. w ruchu New Age, czy nawet w instytucjach państwowych, co zdarzyło w Niemczech, w b. ZSRR i w USA, przy czym prowadzonymi w szerzeniu takich postaw są z reguły ignoranci religijni (np. inkwizytorzy) lub polityczni (Hitler, Stalin, McCarthy). Niemniej jednak Carl Sagan otwarcie przyznaje, że: „Konflikt pomiędzy nauką a religią nie jest nieunikniony” — to tylko fundamentaliści sprzeciwiają się temu rozwiązaniu.

Autor nie uchyla się też od rozpatrzenia poważnej kwestii odpowiedzialności uczonych za swoje prace i odkrycia, rozróżniając przecież ich niezawinione następstwa od świadomych dążeń pewnych naukowców do scisłej współpracy z wojskowymi ośrodkami militarnymi.

W kolejnych rozdziałach Carl Sagan zmaga się ze sceptycyzmem, który zbyt rygorystycznie stosowany może stać się własnym przeciwnieństwem, tj. skostnieć w dogmatyzmie. Przytacza np. astrologię, która obecnie jest uludą, ale której początki miały jakieś uzasadnienie w charakterze starożytnego świata i także przyczyniły się w pewnym stopniu do rozwoju nauki.

Książka zawiera tyle wątków i kwestii dotyczących nauki, jej powstania, rozwoju, akceptacji, jak również związków z wierzeniami i religiami, iż trudno je szczegółowo omówić w krótkiej recenzji. Doradzamy zatem uważną oraz wnikliwą lekturę tej pozycji, a na pewno czytelnicy nie zawiodą się na niej.

T. Zbigniew Dworak

Złapać spadającą gwiazdę

Trochę historii

Każdego dnia w naszą atmosferę wpada kilka milionów cząstek międzyplanetarnego pyłu. Znaczna część z nich jest wielkości ziarenka piasku i spala się na wysokości około 80-100 km, dając piękne zjawiska „spadających gwiazd”. Tylko nieliczne z nich, o masie od kilku kilogramów wzwyż, mogą dać zjawiska bolidów o jasności porównywalnej z Księżycem w pełni i dotrzeć do powierzchni Ziemi w postaci meteorytów.

Taka materia z Kosmosu jest nieocenionym źródłem informacji o początkach Układu Słonecznego. Problem w tym, że znaczna większość jasnych zjawisk umyka naszej uwadze, przez co tracimy wartościowy naukowo materiał. Dodatkowo sam czas działa na naszą niekorzyść. Większość meteorytów należy bowiem do klasy meteorytów kamiennych, przez co dość szybko, pod wpływem erozji, upodabnia się do zwykłych kamieni.

Nic więc dziwnego, że fotograficzne obserwacje meteorów, mające na celu uchwycenie jak największej liczby jasnych zjawisk, mają długą historię. Technika takich obserwacji nie jest jednak prosta. Chcąc zebrać o zjawisku jak największą liczbę informacji

w postaci wyznaczenia jego orbity, trajektorii w atmosferze i miejsca potencjalnego spadku meteorytu, musimy je obserwować jednocześnie z przynajmniej dwóch stacji oddalonych od siebie o kilkadziesiąt kilometrów. Pierwszą osobą, która zastosowała taką metodę na szeroką skalę, był znany badacz komet i meteorów Fred L. Whipple, który w latach 1939-1951 na Harvard University uruchomił bazowy przegląd nieba oparty na fotograficznych kamerach Schmidta. Celem pracy Whipple'a nie było jednak wyznaczanie miejsc spadków meteorytów, lecz określenie orbit jak największej liczby zjawisk. Przez to jego instrumenty miały dużą czułość przy stosunkowo małym polu widzenia.

Po zakończeniu projektu w roku 1951 praca Whipple'a była kontynuowana w Czechosłowacji pod kierunkiem astronomów z obserwatorium w Ondrzejowie. Przełomem w rozwoju czeskiej i europejskiej sieci bolidowej był rok 1959. Dokładnie dnia 7 kwietnia owego roku czechosłowackie stacje zarejestrowały przelot bolidu o jasności -19 mag., a więc 250 razy jaśniejszego od Księżyca w pełni! Dzięki obserwacjom fotograficznym udało się wyznaczyć jego orbitę i miejsce potencjalnego spadku. To przyczyniło

się do szybkiego znalezienia 4 meteorytów, które spadły w okolicy miejscowości Přibram.

Meteoryt Přibram jasno uzmysłowił europejskiej społeczności astronomicznej, że warto inwestować w sieć bolidową pokrywającą swoim zasięgiem jak największy obszar. W 1963 r. czechosłowackie stacje przekształcono więc w zaczątek Europejskiej Sieci Bolidowej (EN). Pięć lat później do projektu dołączyły Niemcy, a w roku 1978 Holandia. Obecnie działa w sumie ponad 30 stacji fotograficznych rozmieszczonych po takich krajach, jak Czechy, Niemcy, Holandia, Austria, Słowacja, Belgia oraz Szwajcaria. Rozmieszczenie stacji należących do EN prezentuje mapa widoczna na rys. 1.

Czechy jako lider EN

Najlepszym i najsprawniej działającym ogniwem EN są stacje czeskie, wręcz idealnie rozłożone po całej powierzchni kraju przy zachowaniu średniej odległości około 100 km (patrz rys. 1). Każdej pogodnej nocy w niebo spogląda więc 10 stacji, które nie przeoczą żadnego meteoru jaśniejszego od -3 mag., przelatującego nad obszarem Czech.

Czesi, działając pod kierunkiem ondrzejowskiego astronoma Pavla Spurnego, poczynili także największe inwestycje w sprzęt. Dzięki temu każda z ich automatycznych stacji fotograficznych jest w stanie działać przez miesiąc bez ingerencji ludzkiej. Zdjęcie takiej automatycznej stacji ilustruje rys. 2. Wyposażono ją w doskonałą jakością obiektyw Zeiss Distagon 3,5/30 mm, który w połączeniu z filmem Ilforda o czułości od 100 do 400 ASA i formacie 9×12 cm daje 180° pole widzenia i pozwala wyznaczyć położenie każdego zjawiska z dokładnością 0,01°. Codzienna praca stacji wygląda następująco: po zapadnięciu zmroku czujnik opadów sprawdza, czy pada deszcz lub śnieg. Jeśli nie ma opadów, mała kamera CCD robi zdjęcie wąskiego wycinka nieba i sprawdza, czy widać na nim gwiazdy. Jeśli widać, otwiera się migawka przy obiektywie Zeissa i eks-



Rys. 1. Mapa prezentująca rozmieszczenie fotograficznych stacji należących do Europejskiej Sieci Bolidowej (EN)

pozycja się rozpoczyna. Wraz z jej rozpoczęciem włącza się fotometr, którego zadaniem jest monitorowanie jasności tła nieba. W połączeniu z odbieranym sygnałem DCF służy to dokładnemu (na poziomie 0,3 s) określaniu momentu pojawięcia się bolidu. Przez cały czas działa też niewielkie śmieglekko (tzw. *shutter*), który z częstotliwością kilkunastu Hz odcina światło docierające do obiektywu. Stąd też trasa meteorytu na zdjęciu jest poprzerywana, więc znając częstotliwość *shuttera*, można wyznaczyć prędkość kątową zjawiska.

Stacja zawiera w sumie ponad 30 płyt Ilforda, co pozwala jej na miesięczną pracę bez ingerencji ludzkiej. W przypadku jakichkolwiek awarii lub problemów i tak jest jednak ona doglądana przez pracowników stacji meteorologicznych, w których umieszczone są czeskie instrumenty.

Statystyki z ostatnich 10 lat pokazują, że około 45% nocy w roku w Czechach jest na tyle pogodnych, aby pracowały przynajmniej dwie stacje. W tym okresie rejestruje się średnio 32 bolidy rocznie, z czego prawie jeden jest w stanie przedrzeć się przez atmosferę i dać spadek meteorytu, dla którego uzyskuje się dokładne wyznaczenie miejsca spadku.

Najciekawsze wyniki

Jednym z najciekawszych zjawisk zarejestrowanych w ostatnim czasie był meteoryt Neuschwanstein odnotowany prawie dokładnie 43 lata po obserwacji meteorytu Příbram dnia 6 kwietnia 2002 r. Ogronna kula ognia była obserwowana prawie w całej Europie Środkowej. Naoczni świadkowie znajdujący się blisko końca trajektorii lotu meteorytu donosili o dziwnych efektach akustycznych czy lekkim trzęsieniu ziemi i vibracjach szyb okiennych.

Bolid lub zjawiska z nim związane były obserwowane przy pomocy europejskiej sieci fotograficznej, radiowej, detektorów ultradźwiękowych i sejsmicznych, co czyni go najlepiej udokumentowanym spadkiem w historii.

Czeskie i niemieckie dane fotograficzne pozwoliły na wyznaczenie orbity ciała, które spowodowało zjawisko, jego trajektorii w atmosferze i miejsca potencjalnego spadku. Droga meteoro-

du w naszej atmosferze zaczęła się na wysokości 91 km nad Innsbruckiem, a skończyła 16 km nad miejscem leżącym około 20 km na zachód od Garmisch-Partenkirchen. Bolid wszedł w naszą atmosferę z prędkością 21 km/s i osiągnął maksymalną jasność -17,2 mag. (prawie 50 razy większą od Księżyca w pełni!).

Początkowa masa meteoroidu wynosiła około 300 kg. Większość jednak spaliła się w naszej atmosferze, tak że do ziemi miało szansę dotrzeć, w postaci kilku kawałków, około 20 kg.

Niestety, podział meteoroidu w atmosferze nastąpił pod sam koniec lotu, przez co nie ma fotograficznych danych dotyczących trajektorii poszczególnych fragmentów. Obliczenia dotyczące miejsca spadku komplikuje dość silny wiatr wiejący w dniu obserwacji zjawiska. Ostatecznie uczeni obliczyli, że najbardziej prawdopodobne miejsce znalezienia meteorytu to obszar długiego na kilka kilometrów i szeroki na 800 m, leżący niedaleko malowniczego zamku w miejscowości Neuschwanstein.

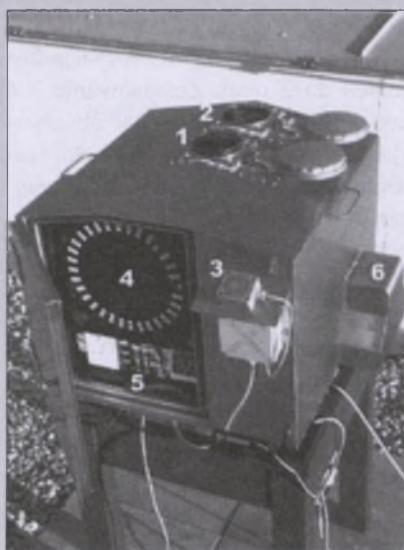
Dnia 14 lipca 2002 r., niespełna 400 m od wyznaczonego miejsca spadku, odnaleziono meteoryt kamienny (chondryt klasy EL6) o wadze 1,75 kg.

Co najciekawsze, orbita meteorytu Neuschwanstein okazała się prawie identyczna z orbitą meteorytu Příbram, co sugeruje, że mamy do czynienia z nowym rojem meteorów obfitującym w bardzo duże ciała!

Astronomowie szacują, że prawdopodobieństwo przypadkowego ułożenia orbit dwóch ciał, tak aby udawały one jeden rój, wynosi tylko 1 do 100 000. To sugeruje fizyczny związek obu meteorytów. Z drugiej strony badania chemiczne poddają wątpliwość istnieniu jednego macierzystego ciała wspólnego dla obu meteorytów. Ich skład chemiczny różni się bowiem dość wyraźnie. Niemniej jednak dni 6-7 kwietnia będą od teraz gorącym okresem dla łowców bolidów i meteorytów.

Alternatywa dla fotografii

Na rys. 1 widać wyraźnie, że Polska jak na razie jest wielką białą plamą na europejskiej mapie sieci bolidowej. To dość spory problem, bo powierzchnia naszego kraju jest niewiele mniejsza od



Rys. 2. Automatyczna stacja fotograficzna należąca do czeskiej sieci bolidowej: 1 — obiektyw, 2 — kamera CCD i fotometr, 3 — czujnik opadów, 4 — magazynek z filmami, 5 — panel sterujący, 6 — nawiew powietrza

powierzchni Niemiec i aż 4 razy większa od powierzchni Czech. Jednoznacznie z tego wynika, że brak sieci bolidowej w Polsce powoduje przegapianie ponad 100 bolidów i przynajmniej 1-2 spadków meteorytów rocznie!

Przy obecnym stanie finansowania nauki trudno sobie wyobrazić, że nadrobimy szybko dystans dzielący nas od Czechów. Źeby im dorównać, musielibyśmy w krótkim czasie postawić kilkadziesiąt automatycznych stacji, z których każda warta jest kilkadziesiąt tysięcy złotych.

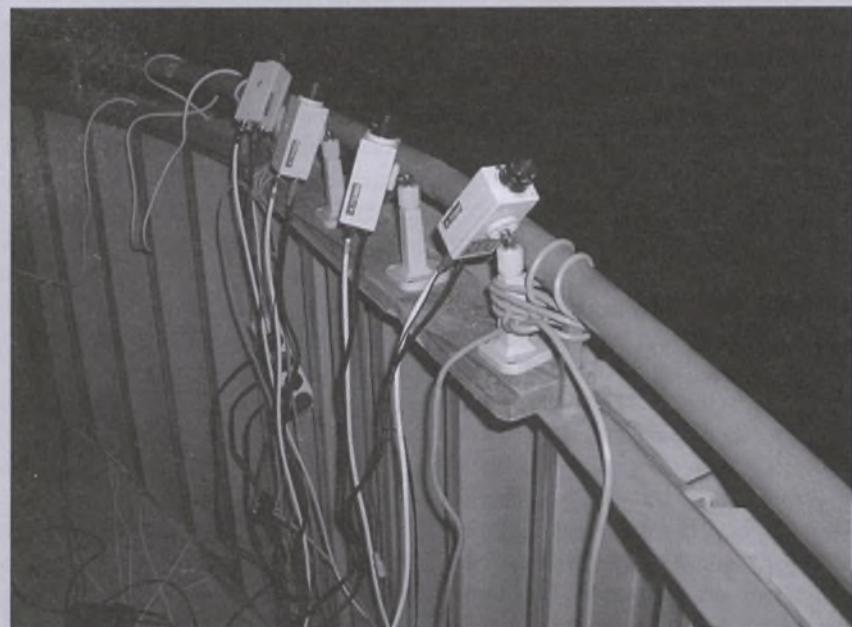
Na szczęście z pomocą przychodzi nam postęp techniki, który w ostatnich latach owocuje tanim i czułym sprzętem wideo. Już pod koniec roku 2002 Pracownia Komet i Meteorów (PKiM) przy wsparciu finansowym KBN uruchomiła stację wideo do obserwacji meteorytów z 4 kamerami przemysłowymi. Każda kamera wideo miała pole widzenia $22 \times 17^\circ$ i pozwalała rejestrować meteory o jasnościach do 1,5 mag. (rys. 3).

Dalszy postęp techniki spowodował, że obecnie osiągane wyniki są jeszcze lepsze. Pan Mirosław Krasnowski oraz spółka Siemens Building Technologies dostarczyły PKiM do testów 13 nowych obiektywów i 3 czułe kamery. Wyniki okazały się bardzo zachęcające. Przy zastosowaniu kamery firmy Mintron i obiektywu Ernitec

1,2/4 mm o polu widzenia $66 \times 51^\circ$ udało się rejestrować meteory o jasnościach do 2 mag. Zastosowanie 3-4 takich kamer pozwala objąć obserwacjami prawie całą sferę niebieską i rejestrować wszystkie zjawiska jaśniejsze od 2 wielkości gwiazdowej oraz wyznaczać ich współrzędne z dokładnością na poziomie $0,02-0,03^\circ$. Jest to dokładność 2-3 razy gorsza niż ta osiągana przez Czechów, ale koszt stacji bolidowej z kamerami video zamyka się kwotą 10 tys. przy zakupie nowych komponentów oraz kwotą 7 tys. przy zakupie części komponentów na rynku wtórnym. Jest to więc koszt kilkakrotnie niższy od kosztu stacji EN, a zyskiem z zastosowania techniki video jest wynik w postaci cyfrowej nie wymagający wywoływania i skanowania filmów oraz większy zasięg pozwalający rejestrować znacznie większą liczbę zjawisk.

Sieć bolidowa w Polsce

Koszt 7000 zł nadal może wielu osobom wydawać się duży. Dlatego też zdecydowaliśmy się, aby sieć bolidowa w Polsce miała charakter hybrydowy. Tam, gdzie udało się uzyskać wsparcie KBN, macierzystej instytucji naukowej lub sponsora, uruchomiliśmy stację video. Stacje takie działają już więc w Stacji Obserwacyjnej Obserwatorium Astronomicznego Uniwersytetu Warszawskiego w Ostrowiku, w Złotkowie i w Poznaniu. Tam, gdzie możemy korzystać z pomocy miłośników astronomii, zdecydowaliśmy się uruchomić znacznie tańsze i proste sta-



Rys. 3. Stacja video pracująca w Ostrowiku, składająca się z 4 kamer Tayama

cje fotograficzne. Są one najczęściej wyposażone w 2-3 aparaty klasy Zenit lub Praktica i obiektywy 2,8/29 mm. Przy polu widzenia rzędu 70° i zastosowaniu filmów o czułości 200-400 ASA są one w stanie rejestrować meteory jaśniejsze od -2 mag. Koszt takiej prostej i ręcznie sterowanej stacji fotograficznej wyposażonej w 2-3 aparaty, hermetyczną skrzynię i shutter zamkniętyą kwotą 800-1000 zł (patrz rys. 4). Stacje fotograficzne działają już więc w Nowym Dworze Mazowieckim i w Żabikowie koło Radzynia Podlaskiego.

Dzięki wsparciu sponsora — firmy Siemens Building Technologies — dotacjom KBN i środkiem własnym instytutów w najbliższym czasie planujemy uruchomienie kolejnych stacji video w Zielonej Górze, Toruniu i Krakowie.

Apelujemy też do wszystkich miłośników astronomii regularnie prowadzących obserwacje we współpracy w ramach polskiej sieci bolidowej. Ze swojej strony możemy zapewnić wsparcie logistyczne, pomoc w budowie aparatury i w opracowaniu uzyskanych wyników.



Rys. 4. Stacja fotograficzna Apollo skonstruowana przez Przemysława Żołądka i składająca się z dwóch aparatów Praktica z obiektywami 2,8/29 mm

Wszystkich chętnych prosimy o kontakt pod adres: pkim@pkim.org

Pracownia Komet i Meteorów podjęła też wstępную współpracę z Polskim Towarzystwem Meteorotypowym (PTM), które na bieżąco będzie informowane o wynikach naszych obserwacji i miejscowościach potencjalnych spadków meteorytów.

Tabela 1 przedstawia listę działających obecnie stacji sieci bolidowej w Polsce.

Pierwsze wyniki

Dokładnie o godzinie 19:54 dnia 20 lutego niebo nad Polską rozświetlił bardzo jasny meteor. Był on widoczny w Poznaniu, Warszawie i okolicach, w Kielcach i Opolu. Obserwatorzy porównywali jego jasność do Księżyca w kwadrze!

Według opisu Przemysława Żołądka z Pracowni Komet i Meteorów, który obserwował z Nowego Dworu Mazowieckiego, bolid był wolny i leciał z gwiazdozbioru Bliźniąt do gwiazdozbioru Hydry.

Bolid został sfotografowany przez obserwatorów Pracowni Komet i Meteorów (PKiM) w Stacji Obserwacyjnej Obserwatorium Astronomicznego Uniwersytetu Warszawskiego w Ostrowiku koło Warszawy. Do wykonania zdjęcia użyto specjalnego stanowiska fotograficznego składającego się z 4 aparatów Canon T50 z obiektywami

1,4/50 mm — dokładnie takiego, który pracuje obecnie w stacji w Nowym Dworze Mazowieckim.

Okazało się, że dokładnie to samo zjawisko zostało zarejestrowane przez czeską stację na Lysej Horze, należącą do europejskiej sieci EN. Zebranie danych z Polski i z Czech pozwoliło na wyznaczenie orbity ciała, jego trasy w atmosferze i miejsca potencjalnego spadku meteorytu. Wyniki tej analizy zostały opisane przez Pavla Spurnego z Onrejov Astronomical Institute, Arkadiusza Olecha z Centrum Astronomiczne PAN w Warszawie i Piotra Kędzierskiego z Obserwatorium Astronomicznego Uniwersytetu Warszawskiego w artykule złożonym do druku w dwumiesięczniku *International Meteor Organization* o nazwie „WGN”.

Okazało się, że bolid został spowodowany przez ciało o masie 2 kg, które pojawiło się na wysokości 71 km nad miejscem położonym około 10 km na północny-wschód od Kozienic. Maksymalną jasność, porównywalną z Księżykiem w pełni (ponad -10 mag.), kula ognia osiągnęła nad miejscowością Łaskarzew, przez co bolid otrzymał oznaczenie EN200204 „Łaskarzew”. Zjawisko było wtedy na wysokości 36 km. Ze względu na małą masę jest niewielka szansa na to, że meteoroid przetrwał przejście przez atmosferę. Z drugiej jednak strony zjawisko było bardzo wolne (13,4 km/s na początku widocznej trasy i 10 km/s na jej końcu), co sugeruje, że odłamki o masie około 100 g mogły uderzyć w Ziemię w miejscu położonym pomiędzy Garwolinem a miejscowością Pużnów Nowy.

Meteoroid, który spowodował całe zjawisko, dotarł do nas z głównego pasa planetoid rozciągającego się między orbitami Jowisza oraz Marsa i jest najprawdopodobniej odłamkiem powstającym w wyniku zderzenia dwóch znacznie większych ciał (rys. 5).

Podsumowanie

Widać więc wyraźnie, że nawet prostym sprzętem fotograficznym i przy odrobinie zaangażowania daje się uzyskać wartościowe naukowo wnioski. Zastosowanie stacji video da nawet więcej możliwości niż w przypadku czeskich stacji, gdzie rejestrowane są

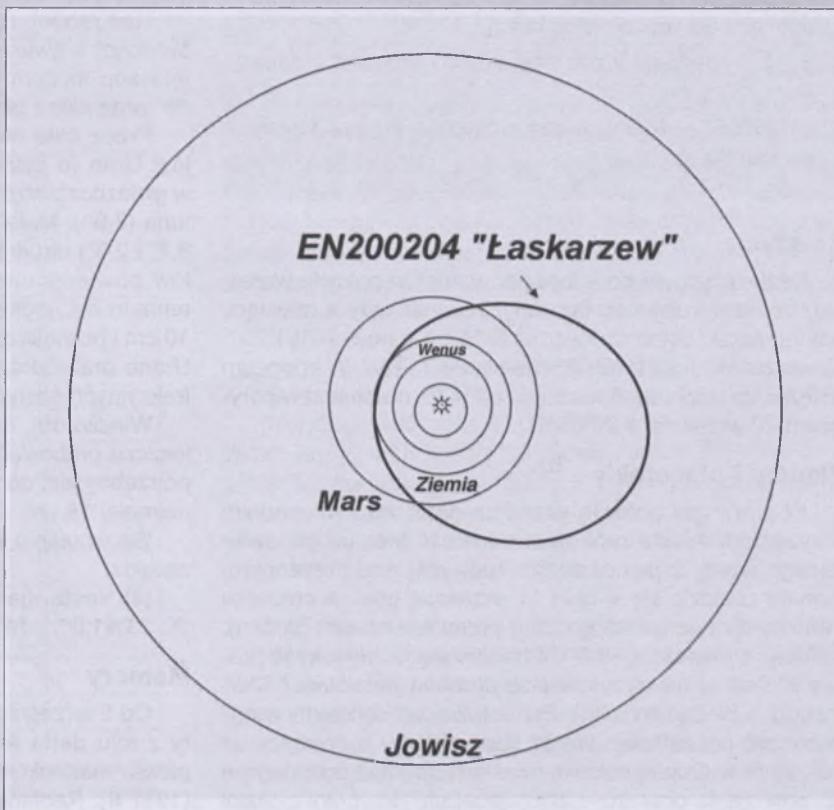
Lista działających stacji sieci bolidowej w Polsce

Miejsce + współrzędne	Obserwator	Sprzęt	Pole widzenia [stopnie kw.]
Ostrowik 21° 25' E, 52° 05' N	Zarząd PKiM	3 kamery video obiektywy 8mm i 4mm	5070
Poznań 16° 55' E, 52° 26' N	Mirosław Krasnowski	2 kamery video obiektywy 4mm	6670
Złotokłos 20° 55' E, 52° 01' N	Karol Fietkiewicz	3 kamery video obiektywy 8mm i 4mm	5070
Nowy Dwór Maz. 20° 43' E, 52° 26' N	Przemysław Żoładek	5 aparatów Canon T50 obiektywy 1,4/50	5090
Żabików 22° 34' E, 51° 48' N	Dariusz Dorosz	2 aparaty obiektywy 2,8/29	4930

tylko bolidy. Różnica w zasięgu pomiędzy stacjami bolidowymi EN a naszymi stacjami video to około 5 wielkości gwiazdowych, co świadczy, że przy dobrym rozlożeniu miejsc obserwacji na terenie naszego kraju możemy rejestrować około 100 razy więcej meteorytów niż Czesi. Nasze wyniki wykorzysta się więc dwutorowo. Dla zjawisk o jasnościach od -5 do 2 mag., nie mających praktycznie szans, by stać się

meteorytami, będzie możliwa skonstruować obszerną bazę orbit, co stanie się doskonałym źródłem do badań nad dynamiką małych ciał Układu Słonecznego. Natomiast dla zjawisk bardzo jasnych stacje video będą działać analogicznie do stacji EN, rejestrując bolidy, wyznaczając ich orbity, trajektorie w atmosferze i miejsca potencjalnych spadków.

Arkadiusz Olech



Rys. 5. Orbita meteoroidu o masie 2 kg, który spowodował pojawienie się bolidu Łaskarzew z dnia 20 lutego 2004 r.

Wrzesień

Słońce

Słońce w swym ruchu rocznym po ekliptyce 22 września przekracza równik niebieski w punkcie równonocy jesiennej wstępując w znak Wagi, co rozpoczyna astronomiczną jesień. Dni stają się ciągle coraz krótsze. W Warszawie 1 września Słońce wschodzi o $3^{\text{h}}48^{\text{m}}$, zachodzi o $17^{\text{h}}23^{\text{m}}$, a 30 września wschodzi o $4^{\text{h}}36^{\text{m}}$, zachodzi o $16^{\text{h}}15^{\text{m}}$.

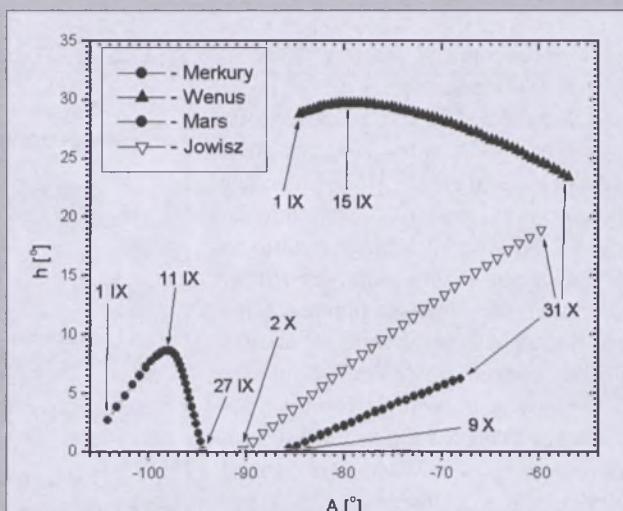
Dane dla obserwatorów Słońca (na 0^h czasu UT)

Data	2004	P [°]	B ₀ [°]	L ₀ [°]
IX	1	21,14	7,20	182,72
	3	21,64	7,22	156,30
	5	22,11	7,24	129,89
	7	22,55	7,25	103,48
	9	22,98	7,25	77,06
	11	23,38	7,24	50,66
	13	23,76	7,23	24,25
	15	24,11	7,20	357,84
	17	24,43	7,17	331,44
	19	24,74	7,13	305,04
	21	25,01	7,08	278,64
	23	25,26	7,02	252,24
	25	25,49	6,95	225,85
	27	25,68	6,88	199,45
IX	29	25,85	6,79	173,06
X	1	26,00	6,70	146,66

P – kąt odchylenia osi obrotu Słońca mierzony od północnego wierzchołka tarczy:

B_0 , L_0 – heliograficzna szerokość i długość środka tarczy:

$14^{\text{d}}20^{\text{h}}05^{\text{m}}$ – heliograficzna długość środka tarczy wynosi 0° .



Rys. 1. Merkury, Wenus, Mars i Jowisz nad wschodnim horyzontem (w Warszawie) na początku świąt cywilnego we wrześniu i październiku 2004 (około godzinę przed wschodem Słońca)

góły powierzchniowe planety (w celu poprawienia kontrastu można użyć żółtego filtru).

Także nad ranem nad wschodnim horyzontem przez cały wrzesień możemy obserwować Wenus świecącą z jasnością -4^m . W ciągu miesiąca wysokość planety praktycznie nie ulega zmianie, na początku świtu cywilnego wynosząc 30° . Przez teleskop widzimy tarczę Wenus o średnicy $18''$, w fazie zbliżonej do „kwadry”.

Mars i Jowisz znajdują się na niebie w pobliżu Słońca i są niewidoczne.

Nad ranem, coraz wyżej na niebie, wznosi się Saturn, świecący w gwiazdozbiorze Bliźniąt z jasnością 0,3^m. Przez teleskop możemy obserwować tarczę planety o średnicy 18" oraz układ pierścieni.

Przez całą noc w gwiazdozbiorze Wodnika widoczny jest Uran (o jasności 5,7^m), a w pierwszej połowie nocy w gwiazdozbiorze Koziorożca możemy obserwować Neptuna (7,9^m). Małe średnice tarcz tych planet (odpowiednio 3,7ⁱ i 2,3ⁱ) utrudniają dostrzeżenie jakichkolwiek szczegółów powierzchniowych nawet przez większe teleskopy amatorskie, jednak już teleskop o średnicy przynajmniej 10 cm i powiększeniu 100x pozwoli na dostrzeżenie tarczy Urana oraz odróżnienie obrazu Neptuna od obrazów dyfrakcyjnych sąsiednich gwiazd o podobnych jasnościach.

Wieczorem, na południowo-zachodnim niebie, można jeszcze próbować zaobserwować Plutona (13,9^m), jednak potrójnie jest do tego teleskop o średnicy obiektywu przy najmniej 15 cm.

We wrześniu w pobliżu opozycji znajduje się jasna planetoida:

(4) **Vesta**, (jasność 6,1^m). 7 IX: 23^h50,0^m, -13°19'; 17 IX: 23^h41,0^m, -14°30'; 27 IX: 23^h32,1^m, -15°24'.

Meteory

Od 5 września do 10 października promienią meteorów z roju **delta Akwarydów [DAU]**. Należą one do kompleksu mało aktywnych rojów związanych z kometą Kiesa (1911 II). Radiant meteorów leży w gwiazdozbiorze Woźnicy i ma współrzędne: $\alpha = 4^{\text{h}}00^{\text{m}}$, $\delta = +47^\circ$. Maksimum aktywności tego mało aktywnego roju przypada 9 wrześ-

nia. Warunki obserwacji w tym roku są dobre w związku ze zbliżającym się do nowiu Księżycom.

Przez cały wrzesień możemy też obserwować wolne, czerwonawe i często jasne meteory z mało aktywnego roju **Piscidów (SPI)** związanego z kometą Morehouse'a z 1907 r. Radiant meteorów leży w gwiazdozbiorze Ryb i ma współrzędne: rekt. $0^{\circ}20'$, deki. -1° . Maksimum aktywności przypada 19 września, w związku z czym w obserwacjach tego słabo zbadanego roju w drugiej połowie nocy nie będzie przeszkadzał zbliżający się do pierwszej kwadry Księżyca.

* * *

2^d19^h Odkrycie gwiazdy σ Psc ($4,3^m$) przy ciemnym brzegu Księżyca po pełni, widoczne w całej Polsce (Krosno $19^{\circ}45'$ — Gdańsk $19^{\circ}56'$).

5^d Księżyca Saturna Tytan w maksymalnej elongacji wschodniej.

5^d22^h Minimalna libracja Księżyca ($5,0^{\circ}$) w kierunku *Mare Australe* (zaciennione).

9^d Gwiazda zmienna długookresowa W Cet (miryda) ($0^{\circ}02,1^m$, $-14^{\circ}41'$) osiąga maksimum jasności ($7,6^m$) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 4/2002].

9^d14^h Merkury w maksymalnej elongacji zachodniej od Słońca równej 18° .

9^d20^h00^m Gwiazda zmienna η Aql (cefeida) osiąga maksimum jasności ($3,5^m$) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 4/2003].

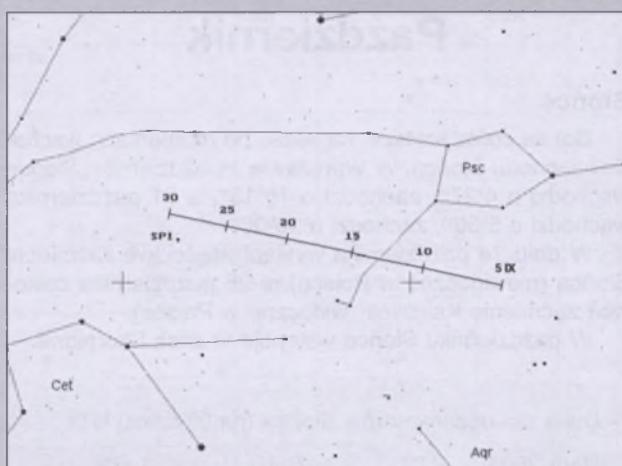
9^d22^h Złączenie Saturna z Księżykiem w odl. 4° .

9^d22^h12^m Gwiazda zmienna δ Cep (cefeida) osiąga maksimum jasności ($3,5^m$) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 1/2003].

10^d19^h Złączenie Wenus z Księżykiem w odl. 6° .

10^d20^h38^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa U Oph osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od $5,9^m$ do $6,6^m$ [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 3/2002].

10^d22^h47^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa HU Tau osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od $5,9^m$ do $6,7^m$ [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 5/2002].



Rys. 2. Położenie i ruch własny radiantu meteorowego Piscidów (SPI) w okresie od 5 do 30 września 2004

11^d Gwiazda zmienna długookresowa R Crv (miryda) ($12^{\circ}19,6'$, $-19^{\circ}15'$) osiąga maksimum jasności ($7,5^m$).

11^d23^h Maksymalna libracja Księżyca ($7,3^{\circ}$) w kierunku krateru Clavius (oświetlony).

13^d Księżyca Saturna Tytan w maksymalnej elongacji zachodniej.

13^d00^h08^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa HU Tau osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od $5,9^m$ do $6,7^m$ [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 5/2002].

13^d02^h Złączenie Merkurego z Księżykiem w odl. 3° .

14^d Gwiazda zmienna długookresowa R Aqr (miryda) ($23^{\circ}43,8'$, $-15^{\circ}17'$) osiąga maksimum jasności ($6,5^m$) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 3/2003].

14^d16^h Złączenie Marsa z Księżykiem w odl. 1° .

15^d00^h Złączenie Jowisza z Księżykiem w odl. 1° .

15^d13^h Mars w koniunkcji ze Słońcem.

17^d00^h15^m Gwiazda zmienna η Aql (cefeida) osiąga maksimum jasności ($3,5^m$) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 4/2003].

17^d21^h29^m Gwiazda zmienna ζ Gem (cefeida) osiąga maksimum jasności ($3,6^m$) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 3/2003].

18^d11^h Minimalna libracja Księżyca ($3,7^{\circ}$) w kierunku Oceanus Procellarum (zacienniony).

21^d Księżyca Saturna Tytan w maksymalnej elongacji wschodniej.

22^d02^h Jowisz w koniunkcji ze Słońcem.

22^d16^h30^m Słońce wstępnie w znaku Wagi, jego długość ekleptyczna wynosi wówczas 180° , mamy zrównanie dnia z nocą i początek jesieni astronomicznej.

22^d22^h03^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa Algol (β Per) osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od $2,1^m$ do $3,4^m$ [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 6/2001].

24^d20^h Złączenie Neptuna z Księżykiem w odl. 6° .

25^d05^h Maksymalna libracja Księżyca ($7,1^{\circ}$) w kierunku *Mare Fregoris* (oświetlone).

25^d23^h16^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa WW Aur osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od $5,8^m$ do $6,6^m$ [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 5/2002].

26^d00^h35^m Gwiazda zmienna δ Cep (cefeida) osiąga maksimum jasności ($3,5^m$) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 1/2003].

26^d06^h Złączenie Urana z Księżykiem w odl. 4° .

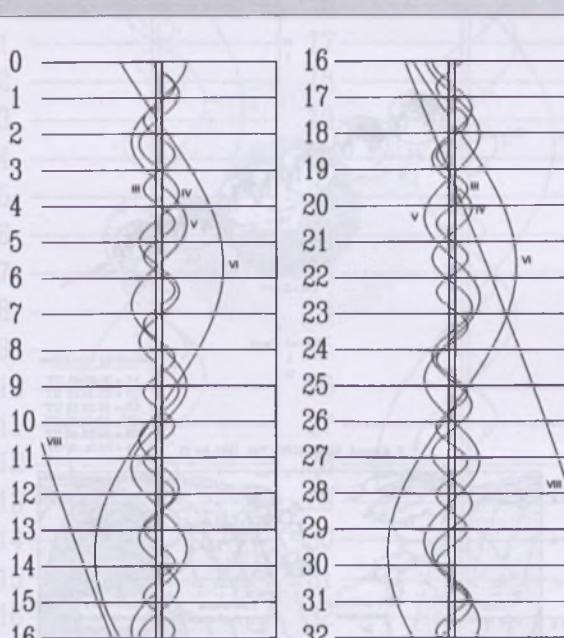
27^d18^h Złączenie Marsa z Jowiszem w odl. $0,5^{\circ}$.

28^d01^h06^m Gwiazda zmienna ζ Gem (cefeida) osiąga maksimum jasności ($3,6^m$) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 3/2003].

29^d Księżyca Saturna Tytan w maksymalnej elongacji zachodniej.

29^d02^h Złączenie Merkurego z Jowiszem w odl. $0,6^{\circ}$.

29^d20^h Złączenie Merkurego z Marsem w odl. $0,7^{\circ}$.



Rys. 3. Konfiguracja pięciu najjaśniejszych księżyców Saturna we wrześniu 2004 (III — Tethys, IV — Dione, V — Rhea, VI — Tytan, VIII — Iapetus). Zachód na lewo od środkowego pasa (tarczy planety), wschód na prawo

Październik

Słońce

Dni są coraz krótsze, co widać po momentach wschodu i zachodu Słońca. W Warszawie 1 października Słońce wschodzi o $4^{\text{h}}37^{\text{m}}$, zachodzi o $16^{\text{h}}13^{\text{m}}$, a 31 października wschodzi o $5^{\text{h}}30^{\text{m}}$, zachodzi o $15^{\text{h}}08^{\text{m}}$.

W dniu 14 października wystąpi częściowe zaćmienie Słońca (niewidoczne w Polsce), a 28 października całkowite zaćmienie Księżyca (widoczne w Polsce).

W październiku Słońce wstępuje w znak Skorpiona.

Dane dla obserwatorów Słońca (na 0^h czasu UT)

Data	2004	P [°]	B ₀ [°]	L ₀ [°]
X	1	26,00	6,70	146,66
	3	26,11	6,60	120,27
	5	26,20	6,50	93,88
	7	26,26	6,38	67,50
	9	26,29	6,26	41,11
	11	26,29	6,13	14,73
	13	26,26	5,99	348,34
	15	26,20	5,85	321,96
	17	26,11	5,70	295,58
	19	25,99	5,54	269,20
	21	25,84	5,37	242,82
	23	25,65	5,20	216,45
	25	25,44	5,02	190,07
	27	25,20	4,84	163,69
	29	24,92	4,64	137,32
X	31	24,62	4,45	110,94

P- kąt odchylenia osi obrotu Słońca mierzony od północnego wierzchołka tarczy;

B_0 , L_0 – heliograficzna szerokość i długość środka tarczy;

$12^{\text{d}}02^{\text{h}}47^{\text{m}}$ – heliograficzna długość środka tarczy wynosi 0° .

Księżyca

Bezksiężycowe noce będziemy mieli w połowie października, bowiem kolejność faz Księżyca jest w tym miesiącu następująca: ostatnia kwadra $6^{\text{d}}10^{\text{h}}12^{\text{m}}$, nowa $14^{\text{d}}02^{\text{h}}48^{\text{m}}$, pierwsza kwadra $20^{\text{d}}21^{\text{h}}59^{\text{m}}$ i pełnia $28^{\text{d}}03^{\text{h}}07^{\text{m}}$. W apogeum Księżyc znajdzie się $5^{\text{d}}22^{\text{h}}11^{\text{m}}$, a w perygeum $17^{\text{d}}23^{\text{h}}56^{\text{m}}$.

Planety i planetoidy

Merkury znajduje się na niebie w pobliżu Słońca i jest niewidoczny.

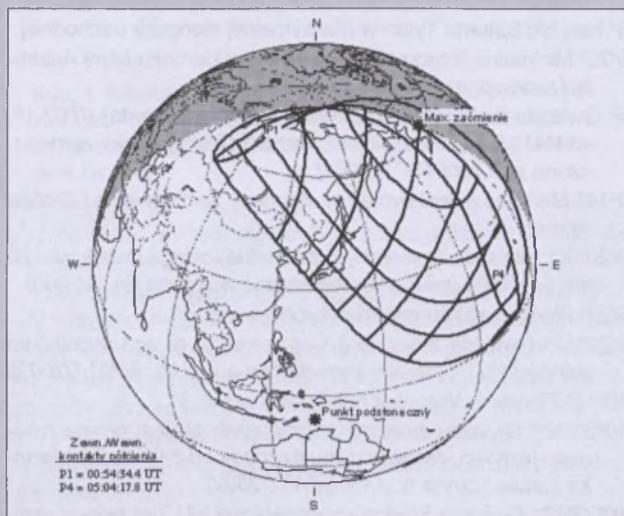
Praktycznie nie zmieniają się warunki porannej widzialności Wenus. W ciągu miesiąca jej wysokość nad południowo-wschodnim horyzontem, mierzona na godzinę przed wschodem Słońca, maleje od 29° do 23° , przy praktycznie stałej jasności równej -4^m . Przez teleskop możemy jednak zaobserwować spadek średnicy tarczy planety od $17''$ do $13''$, przy fazie powoli zbliżającej się do „pełni”.

W połowie miesiąca na porannym niebie pojawia się Mars, jednak jego wysokość nad horyzontem, mierzona

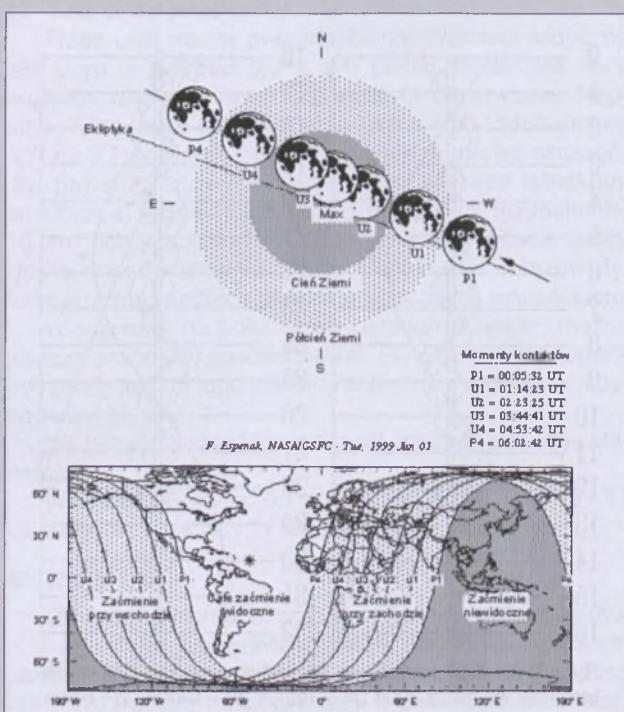
na początku świtu cywilnego, wyniesie pod koniec miesiąca zaledwie 6° , co przy jasności zaledwie $1,7^m$ czyni jego obserwacje praktycznie niemożliwymi. Jednocześnie, średnica tarczy planety osiąga najmniejszą w bieżącym roku wielkość równą tylko $3,5''$, co oczywiście uniemożliwi dostrzeżenie jakichkolwiek szczegółów powierzchniowych.

Podobnie, już na początku października, na porannym niebie pojawia się Jowisz, który jednak szybko wznosi się ponad horyzont, osiągając pod koniec miesiąca wysokość już 19° . Planeta świeci wtedy na tle gwiazd gwiazdozbioru Panny z jasnością $-1,7^m$. Przez teleskopy można obserwować zjawiska zachodzące w układzie księżyców galileuszowych Jowisza.

Saturn widoczny jest w drugiej połowie nocy, świecąc w gwiazdozbiorze Bliźniąt z jasnością $0,2^m$.



Rys. 4. Schemat częściowego zaćmienia Słońca w dniu 14 października 2004 [wg F. Espenak, NASA/GSFC]



Rys. 5. Schemat całkowitego zaćmienia Księżyca w dniu 28 października 2004 [wg F. Espenak, NASA/GSFC].

Warunki obserwacji Urana i Neptuna w stosunku do września się nie zmieniają.

Pluton zachodzi wieczorem i jego obserwacja jest już raczej niemożliwa.

W październiku w pobliżu opozycji znajduje się jasna planetoida:

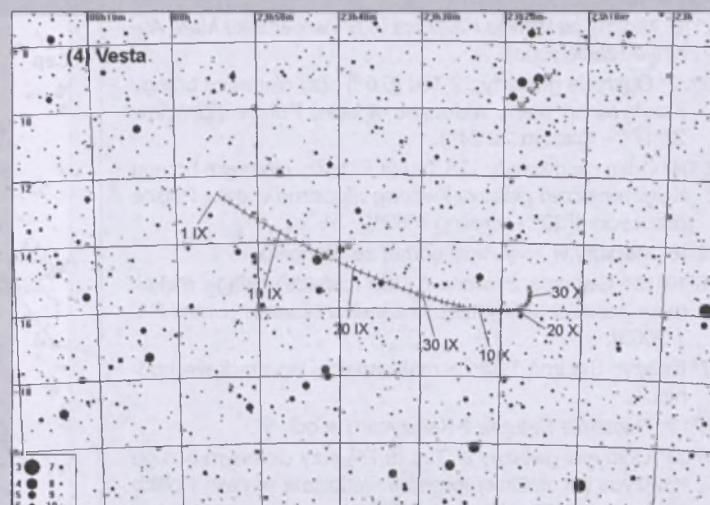
(4) Vesta, (jasność 6,5^m). 7 X: 23^h24,6^m, -15°55'; 17 X: 23^h19,3^m, -16°02'; 27 X: 23^h16,6^m, -15°46'.

Meteory

Od 6 do 10 października promienią wolne meteory z roju **Drakonidów [GIA]**, związanego z kometą 21P/Giacobini-Zinner (dla tego zwane są również Giacobinidami). Radiant meteorów leży w gwiazdozbiorze Smoka i ma współrzędne: $\alpha = 17^{\text{h}}28^{\text{m}}$, $\delta = +54^{\circ}$. W roku bieżącym przewidywane jest maksimum w dniu 8 października o 2^h10^m (odpowiednik maksimum z 1998 r.). Możliwy jest wzrost aktywności roju w związku ze zbliżającym się w 2005 r. powrotem macierzystej komety. Warunki obserwacji w tym roku są dobre w związku z Księżykiem zbliżającym się do nowiu.

Od 14 do 27 października promienią meteory z mało aktywnego roju **epsilon Geminidów [EGE]**, związanego z kometą Ikeya z 1964 r. Radiant tych bardzo szybkich meteorów leży w gwiazdozbiorze Bliźniąt i ma współrzędne: $\alpha = 6^{\text{h}}48^{\text{m}}$, $\delta = +27^{\circ}$. Maksimum aktywności przewidywane jest na 18 października, toteż w porannych obserwacjach nie będzie przeszkadzał zbliżający się do pierwszej kwadry Księżyca.

Od 2 października do 7 listopada promienią szybkie, białe meteory ze ślädami, z roju **Orionidów [ORI]**, związanego z kometą 1P/Halley. Radiant meteorów leży na granicy gwiazdozbiorów Oriona i Bliźniąt i ma współrzędne: $\alpha =$



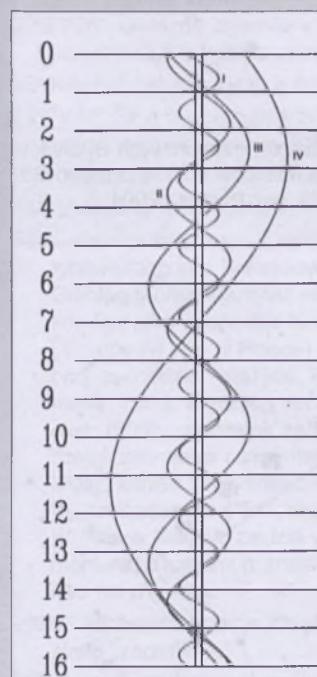
Rys. 6. Trasa planetoidy (4) Vesta na tle gwiazd gwiazdozbioru Wodnika we wrześniu i październiku 2004 (zaznaczone gwiazdy do 10^m)

6^h20^m, $\delta = +16^{\circ}$. W bieżącym roku maksimum aktywności przypada 21 października, jednak odnotowywano już także inne maksima. W 1993 i 1998 r. wystąpiło równie wyraźne maksimum w dniach 17-18 października, tak więc można się go spodziewać także i w roku bieżącym. Warunki obserwacyjne w tym roku są dobre, gdyż w porannych obserwacjach nie będzie przeszkadzał Księżyca w pierwszej kwadrze.

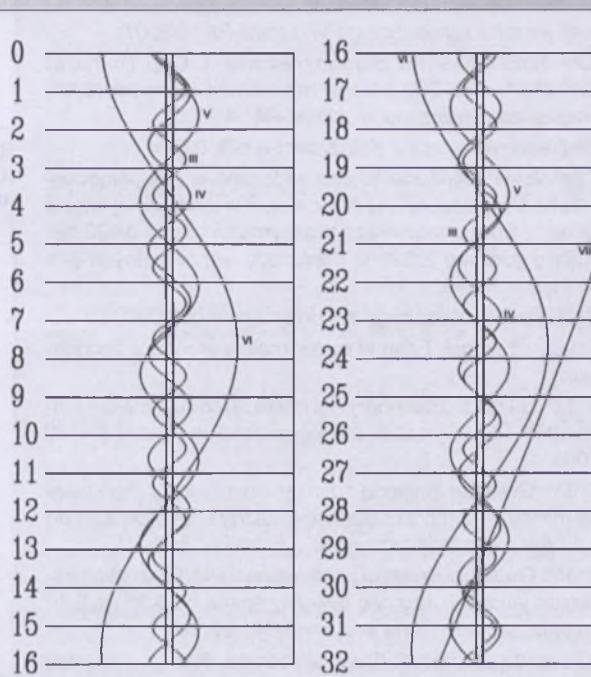
* * *

1^d Gwiazda zmienna długookresowa T Dra (miryda) (17^h56,4^m, +58°13') osiąga maksimum jasności (9,6^m).

2^d Gwiazda zmienna długookresowa RS Lib (miryda) (15^h24,3^m, -22°55') osiąga maksimum jasności (7,5^m) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 1/2004].



Rys. 7. Konfiguracja galileuszowych księżyców Jowisza w październiku 2004 (I – Io, II – Europa, III – Ganimedes, IV – Callisto). Przerwa w trasie księżyca oznacza przebywanie satelity w cieniu planety. Zachód na prawo od środkowego pasa (tarczy planety), wschód na lewo

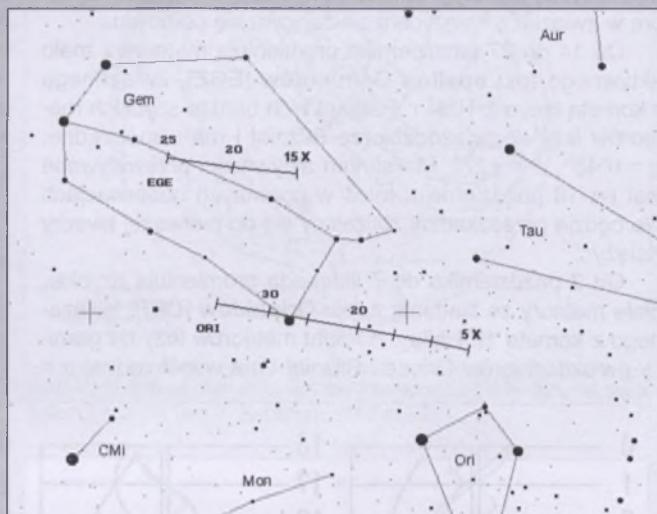


Rys. 8. Konfiguracja pięciu najjaśniejszych księżyców Saturna w październiku 2004 (III – Tethys, IV – Dione, V – Rhea, VI – Titan, VIII – Iapetus). Zachód na lewo od środkowego pasa (tarczy planety), wschód na prawo

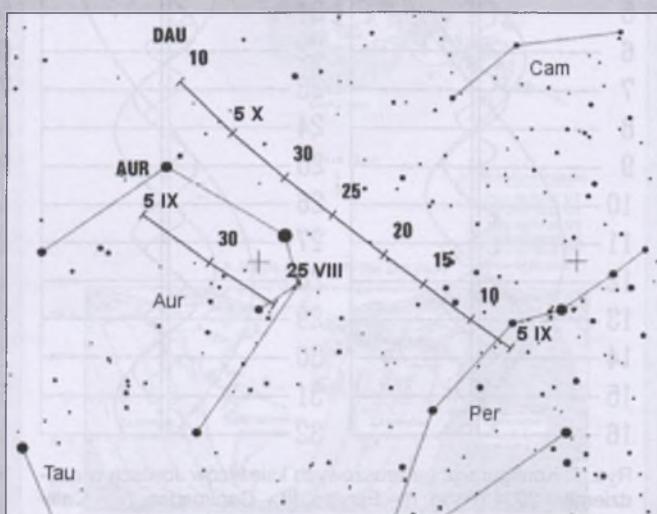
- 2^d10^h Minimalna libracja Księżyca ($4,8^\circ$) w kierunku Mare Australe (zaciemiona).
- 2^d22^h Odkrycie gwiazdy 32 Tau ($5,6^m$) przy ciemnym brzegu Księżyca po pełni, widoczne w całej Polsce (Wrocław $22^\circ 17'$ – Olsztyn $22^\circ 24'$).
- 5^d04^h Odkrycie gwiazdy 136 Tau ($4,6^m$) przy ciemnym brzegu Księżyca przed ostatnią kwadrą, widoczne w całej Polsce (Szczecin $4^\circ 33'$ – Krosno $4^\circ 53'$).
- 5^d18^h Merkury w koniunkcji górnej ze Słońcem.
- 6^d18^h10^m Gwiazda zmienna δ Cep (cefeida) osiąga maksimum jasności ($3,5^m$) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 1/2003].
- 7^d Księżyca Saturna Tytan w maksymalnej elongacji wschodniej.
- 7^d13^h Złączenie Saturna z Księżykiem w odległości 5° .
- 8^d03^h Odkrycie gwiazdy υ¹ Tau ($5,7^m$) przy ciemnym brzegu Księżyca po ostatniej kwadrze, widoczne w całej Polsce (Szczecin $4^\circ 17'$ – Krosno $4^\circ 30'$).
- 9^d Gwiazda zmienna długookresowa V Cas (miryda) ($23^\circ 11,6'$, $+59^\circ 42'$) osiąga maksimum jasności ($7,9^m$).
- 9^d13^h Maksymalna libracja Księżyca ($7,7^\circ$) w kierunku krateru Schickard (oświetlony).
- 10^d21^h Złączenie Wenus z Księżykiem w odległości 3° .
- 11^d Gwiazda zmienna długookresowa S CrB (miryda) ($15^\circ 21,4'$, $+31^\circ 22'$) osiąga maksimum jasności ($7,3^m$).
- 11^d Gwiazda zmienna długookresowa U Ari (miryda) ($3^\circ 11,1'$, $+14^\circ 48'$) osiąga maksimum jasności ($8,1^m$).
- 12^d Gwiazda zmienna długookresowa R Cnc (miryda) ($8^\circ 16,6'$, $+11^\circ 44'$) osiąga maksimum jasności ($6,8^m$).
- 12^d02^h57^m Gwiazda zmienna δ Cep (cefeida) osiąga maksimum jasności ($3,5^m$) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 1/2003].
- 12^d20^h Złączenie Jowisza z Księżykiem w odległości $0,6^\circ$.
- 12^d23^h45^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa Algol (β Per) osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od $2,1^m$ do $3,4^m$ [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 6/2001].
- 13^d Gwiazda zmienna długookresowa T Cep (miryda) ($21^\circ 09,6'$, $+68^\circ 29'$) osiąga maksimum jasności ($6,0^m$) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 4/2003].
- 13^d08^h Złączenie Marsa z Księżykiem w odległości $0,5^\circ$.
- 14^d Częściowe zaćmienie Słońca widoczne w Azji północno-wschodniej, Japonii, na Alasce oraz w zachodniej części Oceanu Spokojnego. Faza maksymalna równa $0,928$ nastąpi o godzinie $2^\circ 59'$ w punkcie o współrzędnych $\phi = 61^\circ N$, $\lambda = 154^\circ W$.
- 14^d14^h Złączenie Merkurego z Księżykiem w odległości $0,8^\circ$.
- 15^d Księżyca Saturna Tytan w maksymalnej elongacji zachodniej.
- 15^d17^h12^m Gwiazda zmienna γ Aql (cefeida) osiąga maksimum jasności ($3,5^m$) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 4/2003].
- 15^d20^h34^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa Algol (β Per) osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od $2,1^m$ do $3,4^m$ [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 6/2001].
- 15^d21^h45^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa HU Tau osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od $5,9^m$ do $6,7^m$ [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 5/2002].
- 16^d Gwiazda zmienna długookresowa R Sgr (miryda) ($19^\circ 16,7'$, $-19^\circ 18'$) osiąga maksimum jasności ($7,3^m$).
- 16^d00^h Minimalna libracja Księżyca ($3,4^\circ$) w kierunku Sinus Iridium (zaciemiona).
- 17^d23^h06^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa HU Tau osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od $5,9^m$ do $6,7^m$ [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 5/2002].



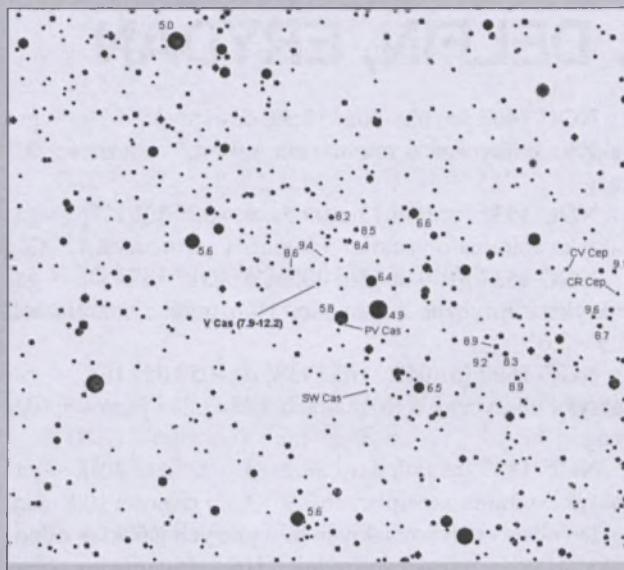
Rys. 9. Położenie radiantu meteorowego Drakonidów (GIA) w dniu 9 października 2004



Rys. 10. Położenie i ruch własny radiantów meteorowych Orionidów (ORI) w okresie od 5 października do 5 listopada 2004 i epsilon Geeminidów (EGE) w okresie od 15 do 25 października 2004



Rys. 11. Położenie i ruch własny radiantów meteorowych delta Aurigidów (DAU) i alfa Aurigidów (AUR) w okresie od 5 września do 10 października 2004



Rys. 12. Mapa gwiazdozbioru Kasjopei do obserwacji gwiazdy zmiennej V Cas ($23^h11^m40,7^s$, $+59^\circ41'59''$). Podane jasności gwiazd porównania (pole widzenia wynosi 6° , północ u góry)

20⁰⁰27^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa HU Tau osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 5,9^m do 6,7^m [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 5/2002].

22^d01^h Złaczenie Neptuna z Księzcem w odł. 6°.

22⁰11⁴⁸^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa HU Tau osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 5,9^m do 6,7^m [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 5/2002].

22^{do} 10^h Maksymalna libracja Księżyca ($7,7^{\circ}$) w kierunku Mare Humboldti^{um} (oświetlone)

22°20^h32^m Gwiazda zmienna δ Cep (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,5^m) *Mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 1/2003!*

22°21^h26^m Gwiazda zmieniąca η Aql (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,5^m) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 4/2003].

23^d Księżyca Saturna Tytan w maksymalnej elongacji wschodniej.
23^d 01^h 48^m Słońce wstępuje w znak Skorpiona, jego długość eklip-
tyczna wynosi wówczas 210°.

23^d10^h Złączenie Urana z Księżycem w odl. 4°.
23^d25^h Nauka i rozwój techniczny.

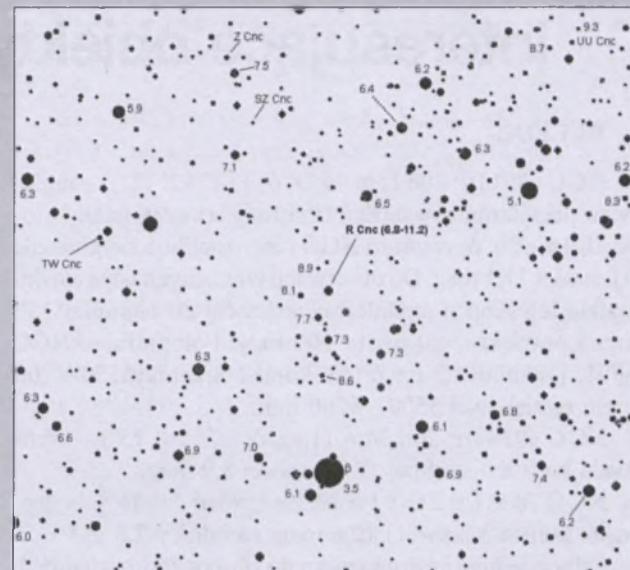
28^d Całkowite zaćmienie Księżyca. Zaćmienie widoczne w Ameryce Północnej i Południowej, Europie i Afryce zachodniej, Grenlandii oraz Atlantyku; we wschodniej części Oceanu Spojojnego przy wschodzie Księżyca, w pozostazej części Afryki i Europy (w tym w Polsce) oraz zachodniej i środkowej Azji przy zachodzie Księżyca. Maksymalna faza zaćmienia wyniesie 1,313. Przebieg zaćmienia: wejście Księżyca w półcień: 0^h06^m, początek zaćmienia częściowego: 1^h14^m, początek zaćmienia całkowitego: 2^h23^m, maksimum zaćmienia: 3^h04^m, koniec zaćmienia całkowitego: 3^h45^m, koniec zaćmienia częściowego: 4^h54^m, wyjście Księżyca z półcienia: 6^h03^m. W Polsce Księżyc zajdzie w połowie fazy półcieniowej, a w momencie maksimum znajdował się będzie na wysokości 21° nad horyzontem.

29°10th Minimalna libracja Księżyca (4,5°) w kierunku *Mare Australe* (zaciemnione)

30^d Gwiazda zmienna długookresowa R Vir (miryda) ($12^{\text{h}}38,5^{\text{m}}$, $+6^{\circ}59'$) osiąga maksimum jasności ($6,9^{\text{m}}$) [mapka zamieszczona w "Uranii-PA" 1/2003].

30°01'41" Gwiazda zmienna η Aql (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,5m) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 4/2003].

31^d Księzyc Saturna Tytan w maksymalnej elongacji zachodniej.



Rys. 13. Mapa gwiazdozbioru Raka do obserwacji gwiazdy zmiennej R Cnc ($8^{\text{h}}16^{\text{m}}33,8^{\text{s}}$, $+11^{\circ}43'35''$). Podane jasności gwiazd porównania (pole widzenia wynosi 8° , północ u góry)

UWAGA: Momenty wszystkich zjawisk podane są w czasie uniwersalnym UT (Greenwich).

Aby otrzymać datę w obowiązującym we wrześniu w Polsce „czasie letnim”, należy dodać 2 godziny, po wprowadzeniu w październiku „czasu zimowego” należy dodać 1 godzinę.

Momenty złączeń planet z Księżykiem podane są dla współrzędnych Warszawy. Dla każdego złączenia podano momenty największego zbliżenia obiektów na niebie. Podane są **wszystkie** złączenia, nie tylko widoczne w Polsce.

Współrzędne równikowe podane są dla Epoki 2000.0.

Opr. T. Ścieżor

Prosimy poprawić w Uranii-PA 3/2004

W tekście Kamila Złoczewskiego *Zbieramy meteoryty... na niebie*, s. 125, znalazła się informacja, że „zdjęcie bolidu można zobaczyć w Galerii *Uranii* na s. III okładki”. Tym stwierdzeniem wyprzedziliśmy czas, bo to zdjęcie znalazło się na zapowiadanym miejscu dopiero w bieżącym zeszycie „*Uranii*”.

Na s. 132, I kol. w. 14 i 15 d pisaliśmy: „jeśli wędrujemy po diagramie [H-R] w prawo do góry, to napotykamy gwiazdy o coraz większych masach.”, a w rzeczywistości napotykamy gwiazdy o coraz większych promienach R.

Na tej samej stronie, w sąsiedniej kolumnie na rysunku 3 przedstawiającym krzywe czułości systemu UBV zadeklarowaliśmy na osi x-ów wymiar w **mikrometrach**, podczas gdy podaliśmy wartości w **angstromach**.

Kolega Mariusz Chlebowski z Poznania słusznie zwrócił nam uwagę, że w notatce o nowych dużych obiektach Pasa Kuipera (s. 122, kol. I, koniec trzeciego akapitu) odwróciliśmy stosunek okresów obiegu Neptuna i Plutona — na 2 obiegi Plutona przypadają 3 obiegi Neptuna, a nie odwrotnie, jak napisaliśmy.

Przepraszamy.

Red.

Interesujące obiekty: DELFIN, ERYDAN

DELFIN:

NGC 6891 [α : 20h 15m 09,2s, δ : +12° 42' 13"] — mgławica planetarna o jasności 10,5 mag. i rozmiarach kątowych 16'×7". W centrum NGC 6891 znajduje się gwiazda o jasności 11,1 mag. Do obserwacji wizualnych odpowiedni będzie teleskop o średnicy wynoszącej co najmniej 150 mm i powiększeniu około 100 razy. Fotografując NGC 6891, powinniśmy użyć teleskopu o średnicy 150—200 mm i ogniskowej 3500—4500 mm.

NGC 6934 [α : 20h 34m 11,6s, δ : +7° 24' 15"] — gromada kulista o średnicy 2' i jasności 8,9 mag.

NGC 7006 [α : 21h 01m 29,5s, δ : +16° 11' 15"] — gromada kulista o jasności 10,6 mag. i średnicy 2,8'.

Odpowiednim instrumentem do obserwacji wizualnych obu gromad kulistych będzie teleskop o średnicy 100—150 mm i powiększeniu 100—150 razy. W przypadku obserwacji fotograficznych możemy użyć teleskopu o analogicznej średnicy, a ogniskowa powinna wynosić 2000—3000 mm.

ERYDAN:

NGC 1084 [α : 02h 45m 59,7s, δ : -07° 34' 42"] — galaktyka spiralna o jasności 10,7 mag. i rozmiarach 3,5'×2,1'.

NGC 1187 [α : 03h 02m 37,6s, δ : -22° 52' 03"] — galaktyka spiralna o jasności 10,8 mag. i rozmiarach 5,6'×3,8'.

NGC 1232 [α : 03h 09m 45,3s, δ : -20° 34' 51"] — galaktyka spiralna o rozmiarach 7,1'×6,3' i jasności 9,9 mag.

NGC 1291 [α : 03h 17m 17,6s, δ : -41° 06' 27"] — galaktyka spiralna o jasności 8,5 mag. i rozmiarach 9,7'×8,4'.

NGC 1300 [α : 03h 19m 40,7s, δ : -19° 24' 41"] — galaktyka spiralna o rozmiarach 5,9'×4,1' i jasności 10,4 mag.

NGC 1332 [α : 03h 26m 17,3s, δ : -21° 20' 09"] — galaktyka eliptyczna o rozmiarach 4,0'×1,5' i jasności 10,3 mag.

NGC 1395 [α : 03h 38m 29,6s, δ : -23° 01' 39"] — galaktyka eliptyczna o jasności 9,6 mag. i rozmiarach 5,6'×4,6'.

NGC 1404 [α : 03h 38m 51,7s, δ : -35° 35' 35"] — galaktyka eliptyczna o jasności 10,0 mag. i rozmiarach 3,9'×3,3'.

NGC 1407 [α : 03h 40m 12,3s, δ : -18° 34' 52"] — galaktyka eliptyczna o rozmiarach 4,9'×4,5' i jasności 9,7 mag.

NGC 1532 [α : 04h 12m 05,5s, δ : -32° 52' 27"] — galaktyka spiralna o jasności 9,9 mag. i rozmiarach 12'×3'.

NGC 1537 [α : 04h 13m 40,9s, δ : -31° 38' 45"] — galaktyka eliptyczna o jasności 10,6 mag. i rozmiarach 3,9'×2,6'.

NGC 1600 [α : 04h 31m 39,9s, δ : -05° 05' 16"] — galaktyka eliptyczna o rozmiarach 3,1'×2,2' i jasności 10,9 mag.

NGC 1637 [α : 04h 41m 28,2s, δ : -02° 51' 30"] — galaktyka spiralna o rozmiarach 3,9'×3,3' i jasności 10,8 mag.

Do obserwacji wizualnych powyższych galaktyk odpowiedni będzie teleskop o średnicy 100—150 mm i powiększeniu 50—100 razy. W przypadku fotografowania powinniśmy użyć teleskopu o średnicy co najmniej 150 mm i ogniskowej z zakresu 1500—3000 mm.

IC 1953 [α : 03h 33m 41,6s, δ : -21° 28' 40"] — galaktyka spiralna o jasności 11,7 mag. i rozmiarach 2,9'×2,1'.

IC 2006 [α : 03h 54m 28,4s, δ : -35° 58' 02"] — galaktyka o jasności 11,3 mag. i rozmiarach 1,9'×1,6'.

NGC 685 [α : 01h 47m 43,1s, δ : -52° 45' 40"] — galaktyka spiralna o rozmiarach 3,6'×3,1' i jasności 11,0 mag.

NGC 782 [α : 01h 57m 37,8s, δ : -57° 47' 24"] — galaktyka spiralna o rozmiarach 2,4'×2,1' i jasności 11,9 mag.

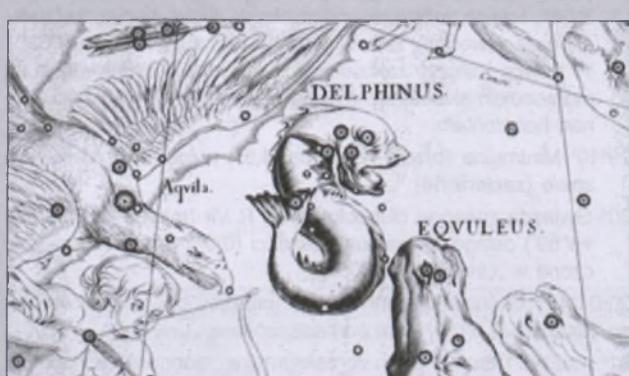
NGC 1172 [α : 03h 01m 36,0s, δ : -14° 50' 12"] — galaktyka eliptyczna o rozmiarach 2,3'×1,7' i jasności 11,9 mag.

NGC 1199 [α : 03h 03m 38,4s, δ : -15° 36' 49"] — galaktyka eliptyczna o jasności 11,4 mag. i rozmiarach 2,3'×1,7'.

NGC 1209 [α : 03h 06m 03,1s, δ : -15° 36' 42"] — galaktyka eliptyczna o rozmiarach 2,2'×1,1' i jasności 11,4 mag.

NGC 1253 [α : 03h 14m 09,3s, δ : -02° 49' 21"] — galaktyka spiralna o jasności 11,7 mag. i rozmiarach 5,3'×2,3'.

NGC 1297 [α : 03h 19m 14,1s, δ : -19° 06' 03"] — galaktyka eliptyczna o jasności 11,8 mag. i rozmiarach 2,3'×1,9'.



NGC 1309 [α : 03h 22m 06,5s, δ : $-15^{\circ} 24' 01''$] — galaktyka spiralna o jasności 11,5 mag. i rozmiarach $2,3' \times 2,2'$.

NGC 1325 [α : 03h 24m 25,2s, δ : $-21^{\circ} 32' 32''$] — galaktyka o jasności 11,5 mag. i rozmiarach $4,8' \times 1,6'$.

NGC 1337 [α : 03h 28m 05,9s, δ : $-08^{\circ} 23' 22''$] — galaktyka spiralna o jasności 11,9 mag. i rozmiarach $5,7' \times 1,5'$.

NGC 1353 [α : 03h 32m 03,2s, δ : $-20^{\circ} 49' 04''$] — galaktyka spiralna o jasności 11,4 mag. i rozmiarach $3,4' \times 1,4'$.

NGC 1357 [α : 03h 33m 17,1s, δ : $-13^{\circ} 39' 53''$] — galaktyka spiralna o rozmiarach $3,1' \times 2,0'$ i jasności 11,5 mag.

NGC 1386 [α : 03h 36m 46,4s, δ : $-35^{\circ} 59' 58''$] — galaktyka spiralna o jasności 11,2 mag. i rozmiarach $3,4' \times 1,3'$.

NGC 1389 [α : 03h 37m 11,7s, δ : $-35^{\circ} 44' 41''$] — galaktyka eliptyczna o jasności 11,5 mag. i rozmiarach $2,5' \times 1,5'$.

NGC 1400 [α : 03h 39m 31,2s, δ : $-18^{\circ} 41' 19''$] — galaktyka eliptyczna o rozmiarach $2,5' \times 2,1'$ i jasności 11,0 mag.

NGC 1415 [α : 03h 40m 56,9s, δ : $-22^{\circ} 33' 48''$] — galaktyka spiralna o rozmiarach $3,6' \times 1,7'$ i jasności 11,9 mag.

NGC 1421 [α : 03h 42m 29,4s, δ : $-13^{\circ} 29' 18''$] — galaktyka spiralna o rozmiarach $3,4' \times 0,8'$ i jasności 11,4 mag.

NGC 1426 [α : 04h 42m 49,3s, δ : $-22^{\circ} 06' 37''$] — galaktyka eliptyczna o rozmiarach $2,6' \times 1,6'$ i jasności 11,4 mag.

NGC 1437 [α : 03h 43m 37,8s, δ : $-35^{\circ} 51' 10''$] — galaktyka spiralna o jasności 11,7 mag. i rozmiarach $3,1' \times 2,0'$.

NGC 1439 [α : 03h 44m 50,4s, δ : $-21^{\circ} 55' 20''$] — galaktyka eliptyczna o rozmiarach $2,4' \times 2,2'$ i jasności 11,4 mag.

NGC 1440 [α : 03h 45m 03,4s, δ : $-18^{\circ} 16' 03''$] — galaktyka spiralna o rozmiarach $2,2' \times 1,6'$ i jasności 11,5 mag.

NGC 1452 [α : 03h 45m 22,0s, δ : $-18^{\circ} 38' 04''$] — galaktyka spiralna o jasności 11,8 mag. i rozmiarach $2,3' \times 1,5'$.

NGC 1453 [α : 03h 46m 27,2s, δ : $-03^{\circ} 58' 09''$] — galaktyka eliptyczna o rozmiarach $2,3' \times 2,3'$ i jasności 11,5 mag.

NGC 1461 [α : 03h 48m 27,1s, δ : $-16^{\circ} 23' 30''$] — galaktyka spiralna o jasności 11,8 mag. i rozmiarach $3,0' \times 0,9'$.

NGC 1518 [α : 04h 06m 49,9s, δ : $-21^{\circ} 10' 42''$] — galaktyka spiralna o rozmiarach $2,9' \times 1,4'$ i jasności 11,8 mag.

NGC 1521 [α : 04h 08m 19,0s, δ : $-21^{\circ} 03' 06''$] — galaktyka eliptyczna o jasności 11,4 mag. i rozmiarach $2,7' \times 1,6'$.

NGC 1640 [α : 04h 42m 14,3s, δ : $-20^{\circ} 26' 07''$] — galaktyka spiralna o rozmiarach $2,7' \times 2,3'$ i jasności 11,7 mag.

NGC 1700 [α : 04h 56m 56,2s, δ : $-04^{\circ} 52' 03''$] — galaktyka eliptyczna o jasności 11,2 mag. i rozmiarach $3,0' \times 1,8'$.

NGC 1726 [α : 04h 59m 41,9s, δ : $-07^{\circ} 45' 20''$] — galaktyka eliptyczna o rozmiarach $2,1' \times 1,5'$ i jasności 11,7 mag.

Powyższą grupę galaktyk będziemy mogli zaobserwować za pomocą teleskopu o średnicy 200—250 mm i powiększeniu od 60 do 120 razy. W przypadku fotografowania możemy użyć teleskopu o analogicznej średnicy i efektywnej ogniskowej z zakresu 2000—4000 mm.

NGC 1535 [α : 04h 14m 14,1s, δ : $-12^{\circ} 44' 29''$] — mgławica planetarna o jasności 10,4 mag. i rozmiarach kątowych $20'' \times 17''$. W centrum NGC 1535 znajduje się gwiazda o jasności 12,3 mag. Do obserwacji wizualnych odpowiedni będzie teleskop o średnicy wynoszącej co najmniej 150 mm i powiększeniu 50—100 razy. Fotografując NGC 1535, powinniśmy użyć teleskopu o średnicy 150—200 mm i ogniskowej 3000—4000 mm.

Wiesław Skórzyński

INFORMACJE O PRENUMERACIE URANII-PA

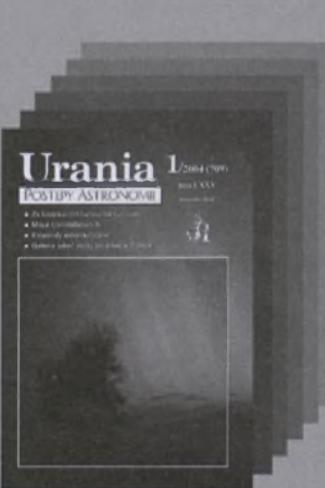
Prenumerata na rok 2004 (6 zeszytów) kosztuje 54 zł (zagraniczna 70 zł). Cena pojedynczego zeszytu 10 zł. Wpłaty prosimy kierować na konto:

Polskie Towarzystwo Astronomiczne
Bank Millennium S.A. o/Toruń
Nr 44 11602202000000055305241

Wszelkich informacji o prenumeracie i zakupie numerów archiwalnych „Postępów Astronomii” i „Uranii-PA” udziela:

Piotr Wąż
Centrum Astronomii UMK
ul. Gagarina 11, 87-100 Toruń

E-mail: urania@astri.uni.torun.pl
tel/fax (0-56) 611 30 56 / 611 30 08



Rozwiązaniem krzyżówki z „Uranii-PA” nr 2/2004 jest hasło: „CIEMNA ENERGIA”.

Nagrody w postaci plakatów wylosowali: Przemysław Błaszczyk z Myszkowa i Paweł Wojtczak z Ciążenja. Gratulujemy. Nagrody wyślemy pocztą.

Tym razem proponujemy rozpoznanie obiektów prezentowanych na zamieszczonych obok zdjęciach. Ich autorem jest Paweł Łaniccki, a wykonane zostały na przedmieściach Warszawy 21 lutego br. w godzinach od 19:00 do 23:30 za pomocą integrującej kamery CCD firmy Starlight Express model MX7C (teleskop FS102, f = 102 mm, f/8, ekspozycje od 30 do 60 po 60 s, bez filtrów. Obrobka komputerowa w programie AstroArt oraz Photoshop.

Wśród autorów prawidłowych odpowiedzi rozlosujemy nagrody książkowe. Na rozwiązania czekamy do końca lipca br. Osoby nie będące prenumeratormi „Uranii-PA” muszą dołączyć do rozwiązania kupon umieszczony w lewym górnym rogu tej strony. Prenumeratorzy mogą przesyłać rozwiązania drogą elektroniczną.

Słowa kluczowe do odnalezienia hasła w krzyżówce z Uranii-PA 2/04:

1. Ucieczka; 2. Lirydy; 3. Vesta; 4. Plamy; 5. Wenus; 6. Atlas; 7. Decymetrowe; 8. Carrington; 9. Świetlne; 10. Parker; 11. Voyagery; 12. Spirit; 13. NEAT.



1



2



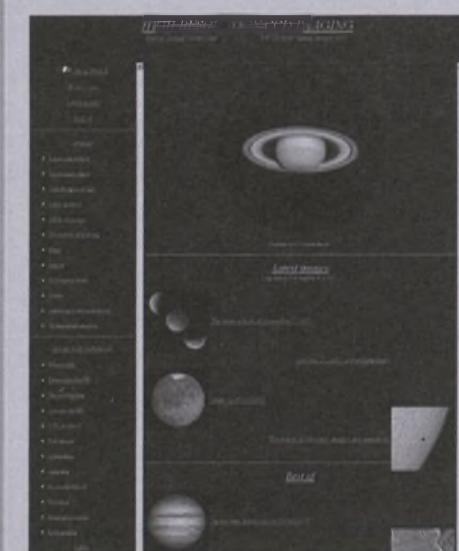
3



4



5



Ciekawe strony internetowe...

Dziś proponuję odwiedzić stronę Thierry Legaulta. Pod adresem <http://perso.club-internet.fr/legault/> znajdziemy kopalnię wiadomości (wraz z unikalnymi niekiedy obrazami) na temat fotografii o dużej rozdzielczości z użyciem kamer CCD. Aby uzyskać piękne zdjęcia, nie zawsze jest potrzebny duży teleskop o bardzo wysokich parametrach, zdecydowanie zbyt drogi jak na kieszeń miłośnika astronomii w Polsce. Warto zagłębić się w przedstawioną przez autora szczegółową analizę czynników wpływających na jakość uzyskanych obrazów i popatrzyć na to, co udało mu się uzyskać... A jeśli i tego za mało, to wybierając „Links” lub „Liens” (strona istnieje w wersji angielskiej i francuskiej), możemy zobaczyć i inne obrazy nieba uzyskane przez podobnych zapaleńców czy też bardziej „dostojne” instytucje w rodzaju NASA czy JPL. (rs)



Po prawej jeszcze jedno zdjęcie autorstwa Pawła Łanckiego (patrz s. 192) przedstawiające mgławicę M1 (parametry jak wcześniejszej). Po lewej zdjęcie M101 wykonane 21.05.2004 przez tandem Przemysław Rudź / Cezary Wie-



rucki w Kamieniu k/Gdańska. Sprzęt: TEC 140 APO + Canon EOS 10D + Losmandy G8, złożone z 10 ekspozycji po 3 min każda przy ISO 80)



Złączenie Wenus z Plejadami nastąpiło w tym roku tuż przed Wielkanocą — „Kokoszka jajko zniosła” (Kokoszka to stary polski nazwy Plejad) — tak swoje zdjęcie (niżej, po lewej) zatytułował Franciszek Chodorowski z Kolonii Księżyne (obiektyw Pentacron 4/300, aparat cyfrowy Canon 300D, ekspozycja 4 s przy ISO 800, godz. 21:36 CWE, 2.04.2004). Obok późniejsze ujęcie tego złączenia sfotografowane przez Mariusza Świątnickiego ze Źrećina (ognisko główne Newtona 205/907, Fuji Superia x-TRA 400, eksp. 2 min, godz. 20:26 CWE, 3.04.2004, asysta: Alicja Waliszko)



Zdjęcie bolidu z dnia 20 lutego br. (patrz tekst na s. 180) wykonane przez Piotra Kędzierskiego z PKiM aparatem Canon T50 z obiektywem 1,4/50

Koronkowa N49



N49 to pozostałość po wybuchu supernowej w Wielkim Obłoku Magellana w zamierzchłych czasach i isticie koronkowa robota. Jej obraz został uzyskany na podstawie danych otrzymanych przy pomocy kosmicznego teleskopu Hubble'a. Jej wymiary sięgają ponad 30 lat świetlnych. Światło N49 dotarło do Ziemi już tysiące lat temu, ale 5 marca 1979 r. wystąpił w niej jeszcze jeden wybuch — zanotowano bardzo silną eksplozję w zakresie promieniowania gamma. Ten wybuch uświadomił astronomom istnienie nowej klasy egzotycznych gwiazd — magnetarów (zob. U-PA nr 2/99) i spowodował wielkie zainteresowanie wysokoenergetycznym promieniowaniem ciał niebieskich. Wiemy już m.in., że są to rotujące gwiazdy neutronowe, obdarzone potężnym polem magnetycznym. Magnetar z N49 przedzierza się przez pozostałości po supernowej z prędkością ponad 1200 km/s.

Fot. Hubble Heritage Team (STScI/AURA), Y. Chu (UIUC) i in., NASA

Urania

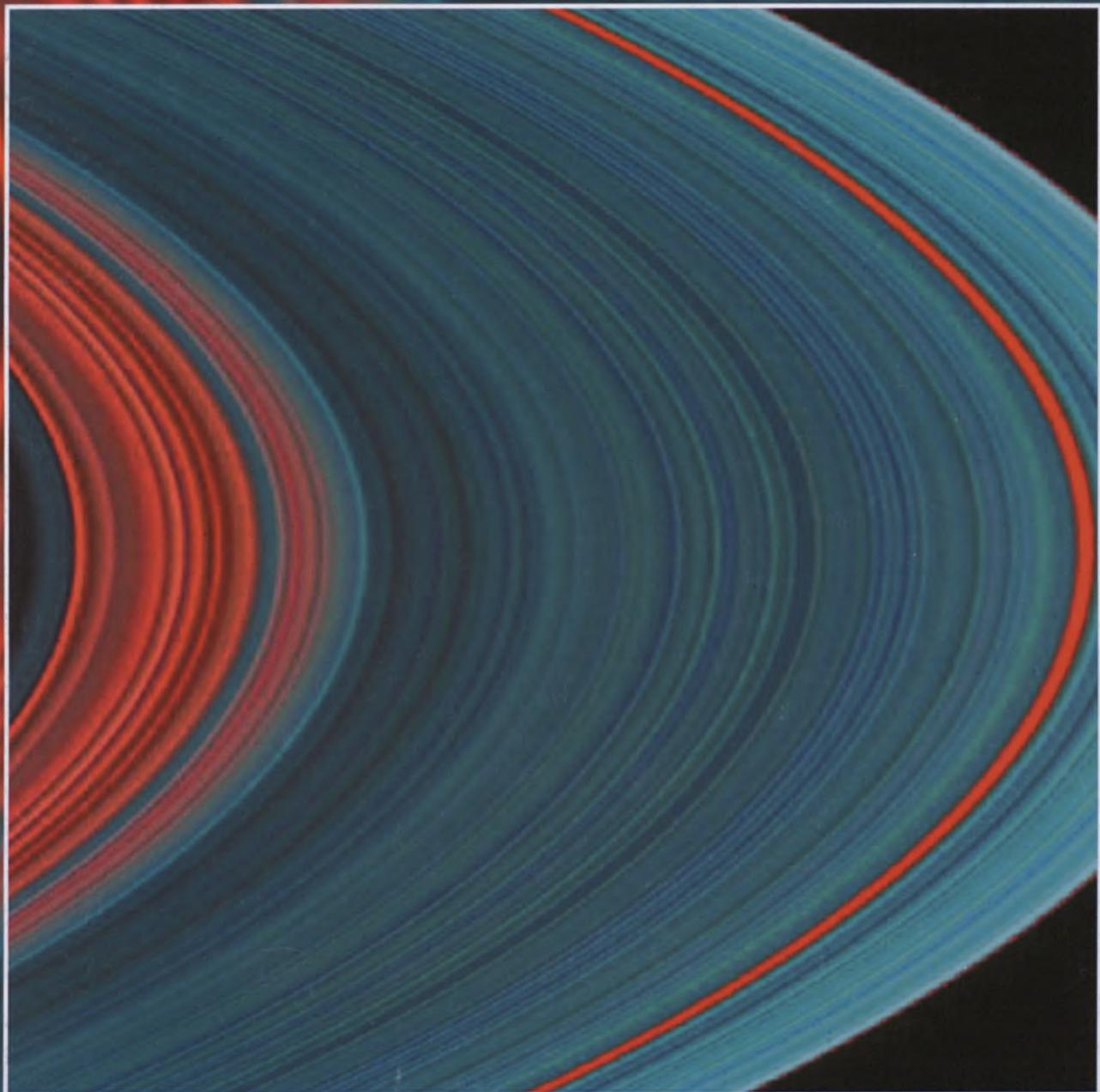
5/2004 (713)

tom LXXV

wrzesień—październik

POSTĘPY ASTRONOMII

- Strategia badań i wykorzystania przestrzeni kosmicznej w Polsce w warunkach członkostwa w UE
- Teoria dynamo, czyli istnienie pola magnetycznego we Wszechświecie
- Plamy, cykle i minima

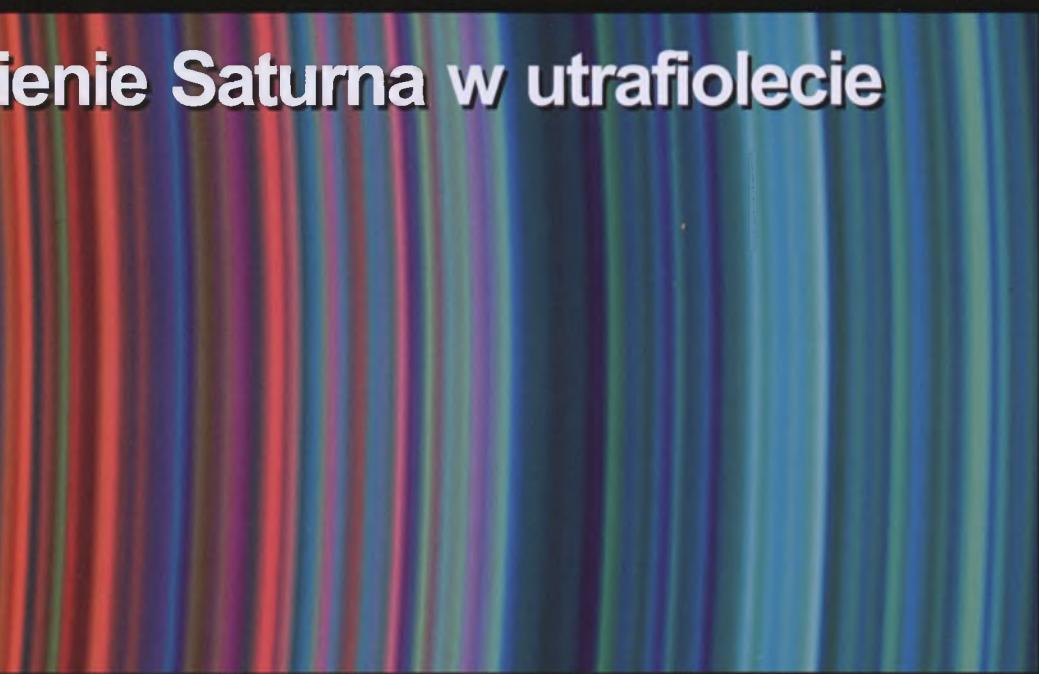


Cień planety na pierścieniach Saturna



Zdjęcie wykonane przez szerokokątną kamerę sondy Cassini w dniu 3 lipca 2004 r. z odległości 1,5 min km od Saturna. Ciemny, zachodni brzeg globu Saturna wyłania się po prawej stronie zdjęcia. Cień globu planety pada na główny system pierścieni tego olbrzyma. Zaczynając od partii wewnętrznej, są to pierścień D, C, B, „Przerwa Cassiniego” i pierścień A, aż po wąski w nim „Przerwę Enckego”. Najbardziej zewnętrzny wąski pierścień z tajemniczymi zgrubieniami (węzłami) to pierścień F. Za nim, z lewej strony obrazu cienia, mała, jasna kropka to księżyc Epimetheus o średnicy zaledwie 100 km. Fot. NASA/JPL/SSI

Pierścienie Saturna w ultrafiolecie



Ten obraz, uzyskany 30 czerwca 2004 r., pokazuje (od lewej do prawej) fragment zewnętrznego pierścienia C i wewnętrznego pierścienia B. Kolor turkusowy informuje nas o dość czystym wodnym lodzie, z którego są zbudowane cząstki pierścienia B, natomiast kolor czerwony wskazuje na duże „zabrudzenie” cząstek pierścienia C domieszkańskimi „skalnymi” i/lub węglowymi. Fot. NASA/JPL/SSI

Szanowni i Drodzy Czytelnicy,

Czerwcowe przejście Wenus na tle tarczy Słońca zmobilizowało wielu astronomów i miłośników astronomii do obserwacji i pokazów tego zjawiska naprawdę szerokim rzeszom zainteresowanych. Dzieci, młodzież i dorośli w tym dniu szukali miejsc pokazów, surfowali po stronach internetowych, czuli, że na niebie dzieje się coś niezwykłego. Nasza redakcja otrzymała wiele raportów i zdjęć dokumentujących to niezwykłe zjawisko. Niestety, nie możemy ich wszystkich publikować na naszych łamach i najczęściej skierowaliśmy je do specjalnego serwisu internetowego zorganizowanego przez astronomów wrocławskich (www.astro.uni.wroc.pl/vt-2004.html), aby tam je udostępnić wszystkim zainteresowanym.



1 lipca 2004 r., po 7 latach wędrówki, dotarła do Saturna stacja kosmiczna Cassini-Huygens. Przez 4 lata będzie krążyła wokół niego, przekazując na Ziemię obrazy i parametry fizyko-chemiczne jego atmosfery oraz obrazy i inne dane jego satelitów. W dzień Bożego Narodzenia 2004 r. odłączy się od niej lądownik Huygens, który po 21 dniach wędrówki osiągnie na powierzchni największego sputnika w Układzie Słonecznym, Tytan. Ten księżyc Saturna jest podejrzany o posiadanie warunków pozwalających na istnienie życia. Jak tam jest, przekonamy się niebawem, a tymczasem przedstawiamy Państwu parę obrazów pierścieni Saturna widzianych kamerami Cassiniego.

Od paru miesięcy jesteśmy w Unii Europejskiej. Specjaliści, głównie z Centrum Badań Kosmicznych, opracowali specjalny Raport dla Władz Rzeczypospolitej kreślący strategię badań naukowych i dostępu Polski do techniki kosmicznej w warunkach naszego członkostwa w UE. Autorzy tego Raportu uprzejmie zgodzili się zaprezentować syntetyczną jego wersję naszym Czytelnikom. Choć swą objętością materiał ten jest znacznie dłuższy niż nasze klasyczne artykuły, ze względu na wagę i znaczenie zawartych w nim treści postanowiliśmy przedstawić go Państwu w całości w jednym zeszycie. Mamy nadzieję, że pochwala Państwo nasz wybór i znajdą czas i siły, aby przestudiować go uważnie.

Uwagi i cierpliwości będzie też wymagała lektura artykułu o tym, jak powstało pole magnetyczne we Wszechświecie, czyli jak działa kosmiczne dynamo. Aby opis nie był zbyt lapidarny, autor musiał posłużyć się wzorami. Ale przecież astronomia jest nauką opartą na matematyce i fizyce!

Głębokiej wiedzy fizycznej nie będzie wymagała lektura artykułu o zjawiskach związanych z aktywnością Słońca. Choć maksimum obecnego cyklu aktywności Słońca już dość dawno minęło, to od czasu do czasu jesteśmy świadkami intensywnych wybuchów naszej dziennej gwiazdy i zjawisk z nimi związanych.

Z wydarzeń krajowych zwrócić pragnę Państwa uwagę na omówienie 30 lat Międzywojewódzkich i Ogólnopolskich Młodzieżowych Seminariów Astronomicznych w Grudziądzu. A w kąciku dydaktycznym omawiamy problem analizy wymiarowej w nauczaniu fizyki i astronomii. Przedstawiamy też naszą opinię o dwóch niedawno wydanych w przekładzie polskim książkach o Wszechświecie.

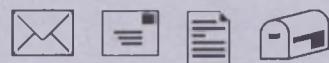
Pomagamy obserwatorom, publikując kalendarz astronomiczny na listopad i grudzień oraz omawiając kolejne obiekty galerii NGC i interesujące obiekty w gwiazdozbiorach Gołębia i Herkulesa.

Coraz bogatsze są strony internetowe „Uranii – Postępów Astronomii”, a zwłaszcza wykłady podstaw współczesnej astronomii. Zachęcam do odwiedzenia tych stron.

Życzę Państwu interesującej lektury



Toruń, w sierpniu 2004 r.



Źle podawana data

Data, gdy Neil Armstrong stanął własnymi nogami na powierzchni Księżyca, z pewnością jest datą epokową.

Niestety powszechnie jest podawana błędnie.

Nastąpiło to bowiem 21 lipca 1969 r., a nie 20 lipca.

Statek LM wyprawy Apollo 11 wylądował na powierzchni Księżyca 20 lipca 1969 o godzinie 20 minut 17 i 42 sekundy czasu uniwersalnego i natychmiast po wylądowaniu obaj selenonauci rozpoczęli przygotowania do wejścia na powierzchnię Księżyca. Nałożenie dużych i „nieporęcznych” skafandrów zajęło im jednak nadspodziewanie wiele czasu. No cóż, miejsca w kabinie mieli bardzo mało, tyle co w malej windzie, a nie mogli się pomylić... Wszakże naokoło kabiny nie było praktycznie ani „śladu” atmosfery.

Ostatecznie Neil Armstrong wszedł na powierzchnię Księżyca o godzinie 2 minut 56 i 20 sekund czasu uniwersalnego. Była więc już następna doba...

Gdy „coś” się dzieje w jakimś określonym regionie Ziemi, to posługujemy się zwykle czasem lokalnym. Ale tu mieliśmy z pewnością do czynienia z wydarzeniem o wymiarze światowym. W takim zaś przypadku jedynie uzasadnione jest użycie czasu uniwersalnego.

Lądowanie miało przebieg dramatyczny. W jego ostatniej fazie komputer sterowniczy „zatkał się” nadmiarem danych i Armstrong musiał znacznie wcześniej niż planowano przejść na sterowanie ręczne. (Oprócz tego statek opuszczał się na teren pokryty głązami i Armstrong musiał w ostatniej chwili szukać „kawałka” równego gruntu). Selenonauta zaczął więc zużyć rezerwowy zapas paliwa dla hamującego silnika rakietowego, toteż w ośrodku kontrolnym w Houston wybuchała panika.

Gdy statek LM ostatecznie zatrzymał się na powierzchni Księżyca, to w zbiornikach pozostało paliwa zaledwie na około 18 s działania silnika. (A powinno było pozostać na około 94 s). Neil Armstrong stale i

konsekwentnie twierdzi jednak, że całkowicie kontrolował sytuację. I nie ma powodu, aby w to powątpiewać, gdyż wielokrotnie dał się poznać jako człowiek nieprzeciętnie opanowany.

(Dokładny opis lądowania można znaleźć w mojej książce „Droga do Księżyca” — pierwszej na świecie książce o lądowaniu ludzi na Księżyku, która się ukazała w kilkanaście dni po wyprawie Apollo 11. Napisalem też o tym w mojej monografii pt. „Książyc”, wydanej przez Państwowe Wydawnictwo Naukowe).

Samą noc lądowania ludzi na Księżyku spędziłem w studio Polskiego Radia w składzie kilkuosobowej ekipy naukowców relacjonujących „na żywo” to wydarzenie. (Z ekipy tej boją tylko ja pozostałem jeszcze przy życiu — no cóż, byłem w niej najmłodszy).

Relacjonowanie amerykańskiej wyprawy na Księżyk zostało zorganizowane przez dyrektora Redakcji Oświatowej Polskiego Radia mgra Jacka Unickiego. I był to jedyny taki element w krajobrazach socjalistycznych, co zostało zauważone przez znaną Agencję Prasową Reutera... (Telewizja Polska była do wydarzenia zupełnie nie przygotowana i relacjonowała je tylko siłami własnych dziennikarzy, co jednak i tak było ewenementem. Telewizja Moskiewska bowiem — jak zwykle i „po prostu” — wyłączyła na noc nadajnik, a Chińczycy dowiadywali się o sukcesach amerykańskich tylko do lotu Gemini 8, a później już „nic” się nie działo...).

A. Marks

Odpowiedź na krytykę

Dr inż. Andrzej Marks w liście do Redakcji „Uranii-Postępów Astronomii” (U-PA 3/04) przedstawił szereg „usterek”, którymi rzekomo był obarczony mój artykuł na temat katastrof astronautycznych opublikowany w „Uranii” nr 1/2004 r.

W odpowiedzi na jego komentarz stwierdzam, co następuje:

1. Informację o Wernerze von Braune zaczerpnąłem z pozycji „Tako rzecze... Lem” (który był jednym ze współzałożycielami)

• Właśnie upłynęła 35. rocznica...

Tu może być reklama Twojej Firma!

Nasz cennik jest następujący:

cała strona kolorowa: 1000,00 zł

cała strona czarno-biała: 400,00 zł

Przy mniejszych formatach dla stron czarno-białych:

1/2 s.: 300,00 zł

1/4 s.: 200,00 zł

1/8 s.: 100,00 zł — ten rozmiar traktujemy jako najmniejszy „moduł”. Podobnie jest ze stroną kolorową.

Istnieje możliwość negocjowania warunków.

Zapraszamy na nasze łamy!

zycieli Polskiego Towarzystwa Astronautycznego). Ponadto w „Żołnierzu Polskim” (12/2000) znajdujemy sformułowanie: (...) inż. Werner von Braun już w trakcie studiów na Politechnice Berlińskiej przejawiał zainteresowanie astronomią i przestrzenią kosmiczną”. Oprócz tego to nie von Braun zwrócił się do Hitlera, ale sam Führer zainteresował się nim. Alternatywą dla niego mógł być obóz koncentracyjny. Nadmienimy też, iż analogicznie Stalin mianował Łysenkę i Mirczurina, z fatalnym skutkiem dla nauki i genetyków.

2. Pisząc o katastrofie na Bajkonurze, Marks używa po prostu eufemizmów. Wiadomo, że w b. ZSRR programy rakiet balistycznych i tzw. „apanowania Kosmosu” były ściśle ze sobą związane (chociażby „na złość” Amerykanom). Ponadto dane o tej katastrofie zaczerpnąłem z programu Discovery.

3. Co do Sojuza 1, jest to zwykłe wymydrzanie się i czerpanie obrazowych sformułowań.

4. Chwalenie lotów sond serii Łuna jest bezkrytyczną rehabilitacją kosmonautyki ZSRR. W dodatku krytykujący przecież sam siebie, pisząc o dostarczeniu przez Łuny tylko „nieco próbek jego gruntu” (tj. Księżyca).

5. Uwagi o Apollo 13 są nie na miejscu. Czy muszę przypomnieć sławny artykuł „Mój projekt Apollo 126p”?

6. O statku Challenger też pisałem w miarę obrazowo, a nie szczegółowo i czepianie się szczegółów jest bezzasadne.

7. O Columbii pisałem przed wyjaśnieniem przyczyn kata-

strofy przez specjalną Komisję, stąd podanie alternatywnych wyjaśnień.

8. O teleskopie kosmicznym Hubble'a też pisałem obrazowo. Słowo „justowanie” obejmuje wszystkie działania mające na celu poprawę sprawności układu optycznego, ale dobrze, że autor krytyki bardziej szczegółowo opisał te działania.

9. W przypisie autor krytyki grubo się myli: na Londyn wysłano prawie 3000 rakiet V2, na Amsterdam — ok. 1600! (Wołoszański, 1997; Hogg, 1999).

I jeszcze jedna uwaga: pisałem już, iż autor ma prawo do pomyłek, recenzent — nigdy.

T. Z. Dworak

Droga Redakcjo!

Bardzo się ucieszyłem z wygranej książki „Niebo” w konkursie z nr 1/2004. Tym bardziej że jest to moja pierwsza w życiu nagroda! Dodam, że całkiem zapomniałem, iż wysyłałem rozwiązanie krzyżówek i gdy otrzymałem przesyłkę, byłam zdziwiona, a później już bardzo zdziwiona, tym bardziej że losowanie tylko 2 osoby.

W tym roku wreszcie udało mi się kupić wymarzony teleskop, tylko że u nas, w Nowym Porcie jest więcej zachmurzonego niż gwiaździstego nieba. Cieszę się, że udało mi się zobaczyć przejście Wenus na tle Słońca. Obserwowałem je przez filtry spawalnicze. Jeszcze raz dziękuję za nagrodę. Serdecznie pozdrawiam całą Redakcję.

Agnieszka Graczyk
Gdańsk

Dwumiesięcznik poświęcony upowszechnianiu wiedzy astronomicznej. Czasopismo powstało z połączenia się „Uranii” — dotychczasowego miesięcznika PTMA, ukazującego się od 1922 r. i „Postępów Astronomii” — dotychczasowego kwartalnika PTA, wychodzącego od 1953 r. Patronat: Polskie Towarzystwo Astronomiczne i Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii. Zachowana zostaje dotychczasowa numeracja „Uranii”. Pismo jest częściowo finansowane przez KBN i Komitet Astronomii PAN.

Nakład: 1500 egz.

Redaktor Naczelny:
Andrzej Woszczyk, CA UMK Toruń

Zespół Redakcyjny:
Marek Gołębiewski, CA UMK Toruń
Magdalena Kożuchowska, CAMK Warszawa
Krzysztof Rochowicz, CA UMK Toruń
Roman Schreiber, CAMK Warszawa

Opracowanie graficzne
i skład komputerowy:
Jacek Drażkowski

Korekta:
Bożena Wyrzykowska

Adres Redakcji:
Uniwersytet Mikołaja Kopernika
Centrum Astronomiczne
ul. Gagarina 11
87-100 TORUŃ
tel. (0-56) 611 30 52
fax. (0-56) 621 93 81

Poczta elektroniczna (E-mail address):
aw@astri.uni.torun.pl

Adres WWW:
<http://urania.pta.edu.pl>
<http://urania.camk.edu.pl>

Druk:
Zakład Poligraficzno-Wydawniczy
POZKAL, Inowrocław

Dystrybucja:
Piotr Wąż, CA UMK.
ul. Gagarina 11, 87-100 TORUŃ
tel. (0-56) 611 30 56
E-mail: urania@astri.uni.torun.pl

Prenumerata w roku 2004 kosztuje 54 zł.
Można również zamawiać pojedyncze zeszyty
w cenie 10 zł.

Polskie Towarzystwo Astronomiczne
Zarząd Główny — Sekretariat
ul. Bartycza 18, 00-716 Warszawa
tel. (0-22) 841 00 41 wewn. 146
E-mail: hania@camk.edu.pl
WWW: www.pta.edu.pl

Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii
Zarząd Główny
ul. św. Tomasza 30/7, 31-027 Kraków
tel. (0-12) 422 38 92
E-mail: ptma@oa.uj.edu.pl
WWW: oa.uj.edu.pl/~ptma

Numer zamknięto w sierpniu roku 2004

* Materiałów nie zamówionych Redakcja nie zwraca, a wykorzystując zastrzega sobie prawo do ich redagowania i skracania
* Przedruk materiałów i zdjęć tylko za zgodą Redakcji. * Opinie i poglądy formułowane przez Redakcję i Autorów nie reprezentują oficjalnego stanowiska obu patronujących nam Towarzystw *

W NUMERZE

196 *Strategia badań i wykorzystania przestrzeni kosmicznej w Polsce w warunkach członkostwa w Unii Europejskiej*

Janusz B. Zieliński, Marek Banaszkiewicz, Andrzej A. Zdziarski

Traktat Konstytutyjny Unii Europejskiej jasno stwierdza, że Unia ustanawia europejską politykę kosmiczną. Z wejściem Polski do UE wiąże się więc przemyślenie na nowo naszej strategii badań i wykorzystania przestrzeni kosmicznej. Odpowiednie zespoły badaczy i techników dotyczących zaangażowanych w badaniach kosmicznych opracowały stosowny Raport dla Władz Rzeczypospolitej Polskiej. Niniejszy artykuł jest syntezą tego Raportu.

206 *Teoria dynamo, czyli istnienie pola magnetycznego we Wszechświecie*

Rafał Kosiński

Najpierw odkryto pozaziemskie pole magnetyczne w plamach słonecznych. Później stwierdzono istnienie obdarzonych silnym polem magnetycznym gwiazd magnetycznych, pulsarów i magnetarów. Nasza Galaktyka też posiada rozległe pole magnetyczne, którego linie układają się wzdłuż ramion spiralnych. Skąd to pole się bierze? Jak się utrzymuje? Czy może istnieć kosmiczne dynamo? To treść tego interesującego artykułu.

211 *Plamy, cykle i minima*

Radosław Rek

W trakcie Minimum Maundera z terenu Środkowej Europy obserwowano 121 zór. Tyle wymienia katalog H. Fritza. Jednocześnie popularnym jest stwierdzenie, że w tym okresie zjawisk takich nie widywano w ogóle. Oзорach i innych aspektach słonecznej aktywności opowiada Autor w tym artykule.

w kolorze: Cień planety na pierścieniach Saturna, Pierściecie Saturna w ultrafiolecie (okł. II) Kolorowe pierścienie Saturna (IV); Galeria Uranii (wkł. I, IV, okł. III)

rozmaistości: Wykopana supernowa (212)

w kraju: 30 lat MMSA i OMSA (220); Obserwacja efektów brzegowych w czasie tranzytu Wenus 8 czerwca 2004 (226); Dąbrowscy miłośnicy astronomii zorganizowali pokazy przejścia Wenus na tle tarczy Słonecznej (228)

galeria obiektów NGC: NGC 1300; NGC 1499; NGC 1528; NGC 1535

poradnik obserwatora: Interesujące obiekty: Golęb, Herkules

astronomia w szkole: Analiza wymiarowa w nauczaniu fizyki i astronomii

astronomia i muzyka: Co nowego dla ucha?

recenzje: Frank H. Shu, Galaktyki. Gwiazdy. Życie. Fizyka Wszechświata; Harald Lesch i Joern Mueller, Nasz Wszechświat

233 kalendarz astronomiczny 2004: listopad — grudzień

240 relaks z Uranią: krzyżówka

240 ciekawe strony internetowe

NA OKLADCE

Pierścień A Saturna w świetle ultrafioletowym, tu w barwach sztucznych. W części wewnętrznej, w barwach lekko czerwonych, to materia „Przerwy Cassiniego”. W zewnętrznych partiach, czerwonawy pierścień, to „Przerwa Enckego”. Pierściecie turkusowe to materia „pierścienia A”. Czerwonawe zabarwienie obu „przerw” świadczy o tym, że ich materia jest drobniejsza i bardziej „brudna” niż lodowe grudki turkusowego tutaj pierścienia A.

Zdjęcie zostało wykonane 30 czerwca 2004 r., gdy stacja kosmiczna Cassini po 7 latach podróży wchodziła na orbitę wokół Saturna. Wykonano je przy pomocy Ultrafioletowego Spektrografu Obrazującego, który pozwalał dostrzec szczegóły o rozmiarach ok. 100 km, czyli 100 razy mniejsze niż w obserwacjach UV stacji Voyager 2 około 24 lata temu.

Fot. NASA/JPL/University of Colorado

W latach 2002–2003, kiedy przygotowywane było przystąpienie Polski do Unii Europejskiej, stało się oczywiste, że proces ten wymaga nowego spojrzenia na większość obszarów życia i organizacji społecznej w Polsce, w tym życia naukowego, a tym bardziej obszaru badań kosmicznych i zastosowania techniki kosmicznej. Istniały także powody, aby zająć się tematem kosmosu niezależnie od akcesji do UE. Sygnalizowana była potrzeba zapewnienia dostępu do przestrzeni kosmicznej i międzynarodowych programów, dzięki którym realizuje się front poznania naukowego. Od strony praktycznej — postępująca komercjalizacja i prywatyzacja przestrzeni kosmicznej wciążała w swój nurt gospodarki krajów o różnym stopniu rozwoju, w tym polską. Pojawiały się nowe możliwości i nowe zagrożenia, wobec których rząd polski i społeczność naukowa nie powinny pozostawać obojętne.

Kierując się tymi przesłankami, Komitet Badań Kosmicznych i Satelitarnych PAN postanowił sformułować ponownie generalne linie strategiczne działalności związanej z przestrzenią kosmiczną, zarówno dotyczące badań naukowych, jak i możliwości zastosowań praktycznych techniki kosmicznej. W pracy tej wzięło udział kilkunastu autorów, w tym trzej wyżej wymienieni, a także przeprowadzono wiele dyskusji na forum całego Komitetu, jak i jego Komisji.

Strategia badań i wykorzystania przestrzeni kosmicznej w Polsce w warunkach członkostwa w Unii Europejskiej

1. Wprowadzenie

Badania przestrzeni kosmicznej i wykorzystanie techniki kosmicznej są istotnymi elementami realizacji idei *gospodarki opartej na wiedzy*. W Polsce działalność ta ma wieloletnią tradycję, bazującą na wcześniejszych tradycjach naukowych astronomii i technicznych lotnictwa. Aktualny potencjał jest skromny w wymiarze liczbowym, ale legitymujący się osiągnięciami i uznaniem międzynarodowym.

Proponowana strategia zmierza do osiągnięcia następujących celów:

1. Dostosowanie się do polityki Unii Europejskiej w dziedzinie badania i wykorzystania przestrzeni kosmicznej;
2. Zajęcie właściwego miejsca wśród krajów wspólnoty europejskiej w tej dziedzinie;
3. Wykorzystanie systemów satelitarnych dla dobra społeczeństwa i służb państwowych;
4. Umożliwienie polskim firmom działania na międzynarodowym rynku techniki kosmicznej.

Opracowany dokument zawiera ocenę potrzeb i możliwości naszego kraju oraz przedstawia zbiór proponowanych działań, zmierzających do osiągnięcia strategicznych celów programu z horyzontem czasowym ok. roku 2010. Propozycje działań odnoszą się przede wszystkim do administracji państowej różnych szczebli, zakłada się jednocześnie, że organizmy gospodarcze — włącznie z jednostkami badawczymi i badawczo-rozwojowymi — będą re-

agować konstruktywnie na stwarzane warunki i bodźce ekonomiczne. Zakłada się również racjonalny scenariusz wzrostu dochodu narodowego jako podstawę do formułowania postulatów o nakłady finansowe. W świetle realistycznie ocenionych możliwości oraz wyartykułowanych potrzeb programu są ocenione nakłady z budżetu państwa, a także oszacowana wartość pożądanych i możliwych inwestycji pochodzących z sektora prywatnego. Zaproponowane są także posunięcia na forum międzynarodowym — wobec krajów i organizacji zaangażowanych w działalność kosmiczną.

W niniejszym artykule skupimy się na kierunkach badawczych interesujących czytelników „Uranii”: astronomii i dyscyplinach pokrewnych. Trzeba jednak pamiętać, że aktywność kosmiczna jest bardzo wielokierunkowa. Okoliczność, że innym kierunkom poświęcimy tu mniej miejsca, nie oznacza, że są mniej ważne lub nie ma ich wcale.

2. Działalność kosmiczna w Unii Europejskiej

Istotnym czynnikiem kształtującym sytuację jest istnienie Europejskiej Agencji Kosmicznej (ESA), organizacji dominującej w tym zakresie wśród krajów UE. Członkami ESA są obecnie wszystkie państwa starej 15-ki Unii Europejskiej, a także Szwajcaria i Norwegia.

ESA powstała w 1975 r. jako organizacja międzynarodowa, skupiająca początkowo 20 krajów. Historia rozwoju ESA pokazuje, iż dołączają do niej kra-

je, które wcześniej były mniej zaangażowane w programy kosmiczne. Są one motywowane z jednej strony względami praktycznymi, tj. zastosowaniami systemów kosmicznych i uczestnictwem w rynku techniki kosmicznej, z drugiej strony istnieje również motywacja natury prestiżowo-politycznej, związana z tym, że kraj aktywny kosmicznie jest wyżej oceniany w gremiach politycznych i gospodarczych, łatwiej promuje swój dorobek i ma lepszy kontakt z bardziej rozwiniętą częścią świata. Owo cuje to wzrostem **konkurencyjności** tych krajów, a w efekcie **wzrostem gospodarczym i przyrostem miejsc pracy**.

Badania przestrzeni kosmicznej realizowane przez Agencję są na wyjątkowo wysokim poziomie, a w niektórych dziedzinach uzyskiwane wyniki uchodzą wręcz za najlepsze na świecie. Zajmuje się ona również rozwijaniem zastosowań techniki kosmicznej takich jak łączność, teledetekcja, nawigacja satelitarna etc. Ważnym zadaniem Agencji jest także rozwijanie rodziny europejskich rakiet nośnych, jako że posiadanie własnego systemu wynoszenia stanowi czynnik decydujący o możliwości realizacji samodzielnego i niezależnego programu kosmicznego.

Bardzo ważną zasadą, na której opiera się działalność ESA, jest lokowanie kontraktów w przemyśle europejskim oraz takie ich rozdzielanie, aby do przedsiębiorstw danego państwa trafiały kontrakty o wartości równej jego wkładowi do budżetu Agencji. Rzeczą jasna, nie jest możliwe zapewnienie idealnej równowagi, ale Agencji udaje się utrzymywać stopę zwrotu na poziomie 90%, tzn. każde państwo otrzymuje w postaci kontraktów równowartość co najmniej 90% swojej składki (*zasada geographical return*).

Współpraca Polski z Agencją rozpoczęła się w początku lat 90. W 1994 podpisano pierwsze formalne porozumienie o współpracy. Umowa zawarta 24 stycznia 2002 poszerza zakres tej współpracy i otwiera perspektywę ściślejszej integracji. Niestety, z przyczyn leżących po stronie polskiej biurokracji umowa ta nie jest wykorzystywana w pełni, nie stwarza też możliwości współpracy technologicznej i przemysłowej.

W roku 2001 ESA przedstawiła propozycję stopniowego przyjmowania do swego grona nowych państw, kandydujących do UE, pod nazwą *Programme*

for European Cooperating States (PECS). Propozycja ta przewiduje stopniowe dochodzenie do pełnego członkostwa i opłacania pełnej składki, w miarę wzrostu potencjału danego kraju, umożliwiającego wykonywanie kontraktów.

Również w łonie Komisji Europejskiej wzrasta poczucie politycznej i ekonomicznej wagi działalności kosmicznej, zwłaszcza w kontekście wyścigu technologicznego ze Stanami Zjednoczonymi i krajami Dalekiego Wschodu. Przeprowadzono szereg studiów i dyskusji, które doprowadziły do sformułowania oficjalnych dokumentów, a mianowicie: Europejskiej Strategii Kosmicznej (*European Strategy for Space*), Zielonej Księgi Europejskiej Polityki Kosmicznej (*Green Paper European Space Policy*) i wreszcie zapis w projekcie Traktatu Konstytucyjnego UE, Art. III 155, stwierdzający ...**Unia ustanawia europejską politykę kosmiczną**. Dokumenty te muszą być uwzględnione przy definiowaniu programu dla Polski.

Unia Europejska i ESA to w sensie prawnym dwie odrębne organizacje. Na obecnym etapie jesteśmy świadkami procesu zbliżenia między nimi, wyrażającego się podejmowaniem wspólnych projektów wielkiej skali, jak Galileo i GMES. Skutkuje to angażowaniem pieniędzy unijnych w takie projekty, w tym pieniądze wpłacanych w przyszłość przez Polskę. Jesteśmy więc zainteresowani wytworzeniem mechanizmów umożliwiających zwrotne korzystanie z tych pieniędzy, gdyż prawo unijne – odróżnieniu od ESA – nie przewiduje zasady *geographical return*. Ostatnio Unia i ESA powołały wspólnie grupę pod nazwą High Level Space Policy Group, której zadaniem jest definiowanie i czuwanie nad realizacją wspólnego programu tych dwóch organizacji. Polska, jako członek Unii, ma swoich przedstawicieli w tej grupie.

Inną platformą międzynarodową, na której następują kontakty i interakcja w sprawach kosmicznych, jest Organizacja Narodów Zjednoczonych, a w szczególności jej Komitet ds. Pokojowego Wykorzystania Przestrzeni Kosmicznej COPUOS. Działa on oczywiście w skali globalnej i dominują w nim akcenty polityczne, pojawiają się wszakże również interesujące inicjatywy techniczne. Pod egidą ONZ działają Międzynarodowa Unia Telekomunikacyjna ITU

i Światowa Organizacja Meteorologii. Pierwsza z nich koordynuje, a praktycznie rozstrzyga o dostępie do orbity geostacjonarnej dla satelitów telekomunikacyjnych, druga koordynuje prace systemów meteorologicznych.

Z niektórymi krajami, w tym USA, Niemcy, Włochy, Francja, Rosja i Ukraina – istnieje współpraca dwustronna, która powinna być kontynuowana.

3. Potencjał naukowy i techniczny

Możliwości uprawiania działalności kosmicznej w Polsce są limitowane stanem kadry, jej kwalifikacji i zaplecza technicznego oraz struktur organizacyjnych.

W Polsce badania kosmiczne w zakresie poznawczym i zastosowań systemów satelitarnych są realizowane pełnym potencjałem kadrowym przez Centrum Badań Kosmicznych PAN, zaś w części przez Centrum Astronomiczne im. Mikołaja Kopernika PAN, Instytut Geodezji i Kartografii, Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej oraz kilkuosobowe grupy badawcze instytutów i laboratoriów Uniwersytetów: Wrocławskiego, Warszawskiego, Poznańskiego, Toruńskiego, Mazursko-Warmińskiego, Szczecińskiego, Śląskiego, Gdańskiego, AGH, Akademii Rolniczej we Wrocławiu, a także Politechniki Warszawskiej i Wrocławskiej oraz wybranych instytutów wojskowych. Łącznie w programy te zaangażowanych jest około 200 pracowników naukowych, inżynierów i techników.

Centrum Badań Kosmicznych PAN posiada laboratoria i zaplecze techniczne pozwalające na budowę aparatury naukowej umieszczanej na obiektach kosmicznych. To samo Centrum ma w swym składzie Obserwatorium Astrogeodynamiczne, gdzie są prowadzone precyzyjne obserwacje sztucznych satelitów dla celów geodezyjnych. Stacje obserwacji GPS posiadają ponadto 4 z ww. wyższych uczelni oraz IGIK.

W roku 2002 stacjami odbioru obrazów satelitarnych dysponowała:

- Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej — satelity NOAA, Meteosat
- Instytut Geodezji i Kartografii — satelity NOAA
- Instytut Nauk o Morzu Uniwersytetu Szczecińskiego — satelity NOAA i OrbView-2
- Instytut Oceanografii Uniwersy-

tetu Gdańskiego — satelity NOAA i OrbView-2

— Instytut Badawczy Leśnictwa w Sękocinie — satelity NOAA

— Zakład Meteorologii i Klimatologii UMCS — satelity NOAA

— Katedra Klimatologii Uniwersytetu Śląskiego — satelity NOAA.

Działalność komercyjną w zakresie systemów satelitarnych rozwija na polskim rynku szereg małych i średnich firm. Obejmuje to obrazowanie satelitarne, GIS oraz telekomunikację.

4. Program naukowy

Badania kosmiczne często są przedstawiane jako triada zawierająca: badania obiektów i przestrzeni pozaziemskiej, badania Ziemi z Kosmosu oraz badania prowadzone w orbitującym laboratorium kosmicznym. Program europejski, traktowany jako suma programów narodowych i ESA, zmierza do pokrycia całego tego obszaru badań. Oczywiście Polska nie musi tak dalece rozszerzać swych aspiracji. Powinny natomiast być uprawiane te kierunki, w których istnieje już dorobek, kadra i zaplecze techniczne.

Badania naukowe w Polsce, związane

z przestrzenią kosmiczną, rozwinięły się w kilku obszarach, z czego wymienić można następujące najważniejsze:

1. Astrofizyka satelitarna, obejmująca badania obiektów poza Układem Słonecznym;

2. Badania planet i małych ciał Układu Słonecznego;

3. Heliofizyka, czyli badania Słońca;

4. Badania zjawisk zachodzących w plazmie kosmicznej w przestrzeni międzyplanetarnej i okoziemskiej;

5. Badania Ziemi metodami geodezji satelitarnej;

6. Badania Ziemi metodami teledetekcji.

Z ubolewaniem trzeba stwierdzić, że zaniknęły niezłe rozwijające się wcześniej kierunki badawcze związane z wykorzystaniem mikrogravitacji, a mianowicie biologia i medycyna kosmiczna oraz badania materiałowe w przestrzeni kosmicznej. Mikrogravitacja pozostała w niektórych projektach realizowanych przez studentów.

Omówimy bliżej dwa pierwsze z wymienionych wyżej obszarów.

4.1 Badania astrofizyczne z wykorzystaniem techniki kosmicznej w Polsce do 2010 r.

W niniejszym opracowaniu przez badania astrofizyczne będą rozumiane badania obiektów poza Układem Słonecznym.

W związku z planowanym wstąpieniem do Unii Europejskiej, naturalnym głównym partnerem jest Europejska Agencja Kosmiczna (ESA). Poniższe opracowanie koncentruje się więc na współpracy z ESA, choć oczywiście współpraca z krajami poza ESA, np. z Rosją, jest całkowicie możliwa.

Udział w kosmicznych badaniach astrofizycznych jest bardzo ważny dla polskiej nauki, a w szczególności astrofizyki. Fakt nieprzezroczystości atmosfery dla większości zakresu promieniowania elektromagnetycznego powoduje, że bardzo dużo obserwacji astronomicznych musi być wykonywanych przez satelity (np. większość obserwacji układów

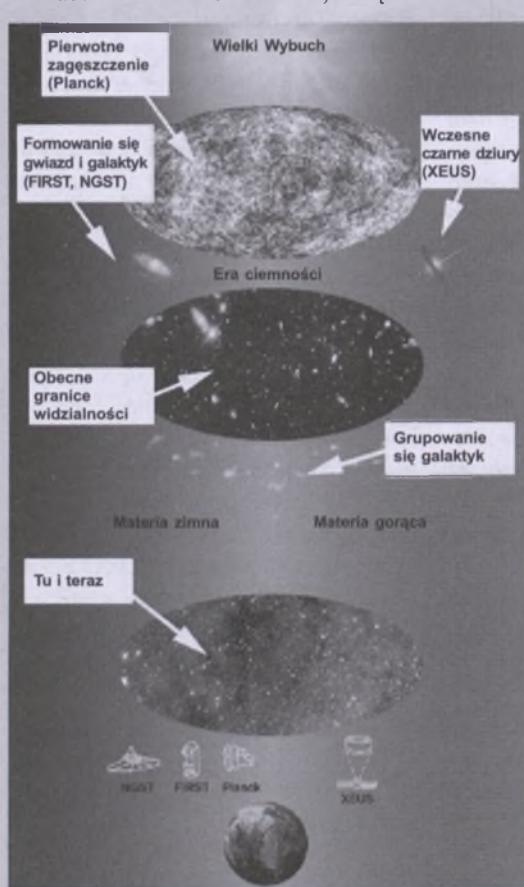
zawierających czarne dziury lub gwiazdy neutronowe). Bezpośredni udział w przygotowywaniu takich projektów umożliwia z kolei pierwszeństwo w dostępie do najnowszych obserwacji i możliwość dokonywania ważnych odkryć.

Z drugiej strony, polska astrofizyka posiada bardzo znaczącą pozycję na świecie, jedną z najwyższych pośród dziedzin polskiej nauki (zob. np. opracowanie B. Kastory w <http://www.wprost.pl/ar/?O=12689>). Właśnie wybór badań astrofizycznych spośród różnych możliwości udziału w projektach kosmicznych zapewnia zarówno odpowiednio wysoką pozycję Polski na etapie przygotowywania projektu, jak też wysoki stopień naukowego wykorzystania otrzymanych wyników.

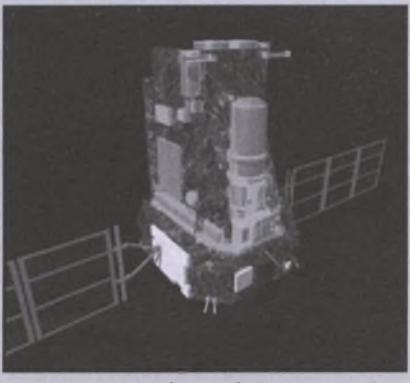
Głównym dotychczasowym doświadczeniem w dziedzinie zastosowania badań kosmicznych do astrofizyki w Polsce jest udział w projekcie INTEGRAL. Analiza etapów udziału w tym projekcie jest, moim zdaniem, ważna dla proponowanej strategii przyszłych badań w tej dziedzinie.

INTEGRAL (*International Gamma Ray Laboratory*) jest satelitą ESA przeznaczonym do badania kosmicznego promieniowania gamma. Jego wystrzelienie nastąpiło 17.10.2002. Polski udział w tym projekcie polegał na wykonaniu znacznej części aparatury oraz oprogramowania. Centrum Badań Kosmicznych PAN w Warszawie wykonało blok sterujący systemem redukcji szumów i część oprogramowania do teleskopu gamma IBIS oraz naziemną aparaturę testującą i część oprogramowania do monitora rentgenowskiego JEM-X. Centrum Astronomiczne im. M. Kopernika PAN (CAMK) brało udział w opracowywaniu oprogramowania naukowego w centrum analizy danych (ISDC, Integral Science Data Center) w Szwajcarii. Wykonanie większości z powyższych zadań było koordynowane przez prof. A. Zdziarskiego z Centrum Astronomicznego.

Udział Polski był możliwy dzięki sześciu grantów z Komitetu Badań Naukowych przyznanych na wykonanie powyższych zadań począwszy od 1996 r. Suma przyznanych funduszy zawiera się w 4 mln zł. Jest to koszt znakomity w porównaniu z całkowitym kosztem projektu wynoszącym ok. 600 mln euro, w którego skład wchodzi koszt samego



Gdzie jesteśmy i dokąd sięgamy? Oprócz wymienionych w tekście projektów widoczny jest tu również NGST — teleskop kosmiczny nowej generacji



Integral

sateliety (330 mln euro), koszt wystrzelienia przy użyciu rosyjskiej rakiety Proton (ok. 100 mln euro) oraz koszt instrumentów naukowych (ok. 200 mln euro). Warto też podkreślić, że ESA pokryła całkowity koszt aktywnych elementów lotnych użytych w systemie redukcji szumów zbudowanym przez CBK, wynoszący ok. 300–400 tys. euro.

W zamian za wkład do budowy satelity, oficjalne pozycje członków zespołów (Co-Investigator, Co-I) otrzymało dwóch Polaków: prof. A. Zdziarski, w zespołach IBIS, JEM-X i ISDC, oraz dr M. Denis, w zespole IBIS. Dzięki tym pozycjom oraz w wyniku negocjacji, polscy uczeni uzyskali bardzo znaczący dostęp do części czasu obserwacyjnego gwarantowanego dla zespołów, które zbudowały INTEGRAL. Całość czasu gwarantowanego została podzielona na 124 szczegółowe tematy (w przybliżeniu odpowiadające indywidualnym źródłom), z których 4 w całości oraz dalsze 4 w części zostały przydzielone wspomnianym wyżej polskim uczonym. Przyznany Polsce czas włącza, np., 50% obserwacji słynnego źródła zawierającego czarną dziurę Cyg X-1, wyłączność na interpretację teoretyczną równie słynnego mikrokwazara GRS 1915+105, 100% obserwacji układu podwójnego w centrum Galaktyki zawierającego czarną dziurę GRS 1758-258 i inne interesujące źródła promieniowania gamma. Ponadto jesteśmy członkami zespołów obserwacji ponad 20 innych obiektów kierowanych przez zagranicznych naukowców.

Tak duża część przyznanego nam programu obserwacji jest wynikiem, z jednej strony, bardzo wysokiej konkurencyjności pracy polskich uczonych i inżynierów. Z drugiej strony, kluczowe było otrzymanie przez Polaków pozycji oficjalnych członków zespołów (Co-Investigator). Bez tych pozycji zespoły in-

strumentalne też by chętnie przyjęły wkład Polski, ale nie pozwoliłoby to Polakom naukowcom na kierowanie analizą obserwacji w czasie gwarantowanym.

Dalszym bardzo ważnym elementem jest istnienie w Polsce potencjału naukowego w danej dziedzinie badań. W przypadku projektu INTEGRAL potencjał ten był bardzo duży już w momencie przystąpienia do projektu. Umożliwiło to zarówno bardzo dobre wykorzystanie przyznanego czasu gwarantowanego, jak również sukcesy w ubieganiu się o obserwacje w czasie otwartym, gdzie został zaakceptowany szereg polskich wniosków obserwacyjnych. Przykładem może tu być zaakceptowana obserwacja bardzo ciekawej aktywnej galaktyki NGC 4151, dla której zapewniliśmy także równoczesne obserwacje przez satelity XMM-Newton oraz RXTE. Polscy uczeni uczestniczą też w dużej liczbie projektów w czasie otwartym z zagranicznymi kierownikami.

Czas życia satelity INTEGRAL planuje się na 5 lat. Praktyka innych projektów tego typu pokazuje jednak, że czas ten jest często przekraczany (np. poprzedni satelita gamma, CGRO zbudowany przez NASA, działał prawie 10 lat). Bardzo ważna jest więc kontynuacja finansowania analizy danych, które będą napływać z satelity po zakończeniu w maju 2004 r. obecnego grantu KBN przyznanego na ten cel.

Reasumując doświadczenia zdobytые przy projekcie INTEGRAL, elementami niezbędnymi do sukcesu przy udziale w następnych kosmicznych projektach satelitarnych są:

- formalna pozycja Co-I jednego lub więcej polskich naukowców;
- odpowiedni potencjał naukowy w danej dziedzinie badań;
- możliwość wykonania ważnych elementów instrumentu w Polsce.

Biorąc pod uwagę powyższe kryteria, proponuję się udział Polski w następujących projektach ESA: Herschel, Planck oraz XEUS (X-ray Evolving Universe Spectroscopy). Pełna lista kosmicznych projektów ESA jest na <http://sci.esa.int/home/ourmissions>. Satelity Herschel oraz Planck są już w trakcie budowy i zostaną wspólnie wyniesione przez rakietę Ariane 5 w 2007 r. Obecnie trwa projektowanie satelity XEUS. Data startu nie jest jeszcze ustalona, natomiast prace nad budową satelity zacząły się w najbliższych latach.

Herschel (<http://sci.esa.int/home/herschel>) będzie obserwatorium kosmicznym poświęconym badaniom fotometrycznym i spektroskopowym Wszechświata w dalekiej podczerwieni. Głównym celem naukowym projektu jest badanie powstawania galaktyk, gwiazd i układów planetarnych. Koordynatorem polskiego udziału w projekcie jest doc. R. Szczerba z CAMK, który jest również oficjalnym członkiem zespołu (Co-I) instrumentu HIFI (spektrometr heterodynowy o bardzo wysokiej rozdzielcości spektralnej). Poza astrofizyką, cele naukowe tego projektu wchodzą też obserwacje komet oraz zewnętrznych planet Układu Słonecznego i ich satelitów. Badania te będą kierowane przez doc. M. Banaszkiewicza i dr M. Błęcką z CBK.

Celem naukowym obserwatorium Planck (<http://sci.esa.int/home/planck>) jest zbadanie anizotropii kosmicznego tła mikrofalowego z bezprecedensowo wysoką zdolnością rozdzielczą rzędu kilku minut łuku. Badania takie mają fundamentalne znaczenie dla zrozumienia powstania Wszechświata, jego historii (w szczególności powstawania struktur, z których wywodzą się galaktyki i ich gromady), jego składu (gęstości zwykłej oraz ciemnej materii, gęstości energii próżni), obecnego wieku oraz jego przyszłości (ekspansja w nieskończoność lub etap kurczenia). Instrument ten będzie następcą satelity COBE, zbudowanego przez NASA, ale przewyższa go parametrami o szereg rzędów wielkości. Polska dysponuje też bardzo dużym potencjałem naukowym w dziedzinie kosmologii. Członkami zespołu (Co-I) budującego kluczowy detektor LFI (Low Frequency Instrument) są dr hab. K. Górska oraz prof. M. Demiański (Wydz. Fiz. UW). Według dotychczasowychstępnych ustaleń, CBK wykona urządzenia mechaniczne do naziem-



Planck

nego testowania aparatury (Ground Mechanical Support Equipment, GMSE). Warto też podkreślić związek badań przy użyciu Plancka z wykorzystaniem potencjału polskiej radioastronomii. W szczególności, toruński 32-m radioteleskop (UMK) wykona, we współpracy z obserwatorium radioastronomicznym w Jodrell Bank, radiowy przegląd północnego nieba na długości fali 1 cm, który będzie wykorzystywany w procesie redukcji danych z obserwatorium Planck.

XEUS (<http://sci.esa.int/home/xeus>) będzie kosmicznym teleskopem rentgenowskim planowanym jako następca rentgenowskiego teleskopu XMM-Newton. Celem naukowym projektu jest bardzo dokładne zbadanie rentgenowskiego nieba, w szczególności źródeł pochodzących z bardzo wczesnego Wszechświata, np. pierwszych czarnych dziur we Wszechświecie. Bezprecedensowa czułość teleskopu XEUS, przewyższająca setki razy dotychczasowe teleskopy rentgenowskie, pozwoli też na rozwiązywanie wielu innych zagadek stojących przed współczesną astronomią rentgenowską, np. kwestię wpływu efektów ogólnej teorii względności w pobliżu czarnej dziury na profil rentgenowskich linii emisyjnych. Konstrukcja samego przyrządu jest bardzo nowatorska. Ze względu na długość ogniskowej teleskopu wynoszącą aż 50 m, będzie on się składał z dwóch satelitów, których wzajemna odległość będzie stała z dokładnością do 1 mm. Satelita z detektorami rentgenowskimi (czułymi w zakresie ok. 0,1–50 keV) ma być wystrzelony przez rosyjską rakietę Sojuz-Fregate, natomiast satelita z układem optycznym ma być wystrzelony przez rakietę japońską. Powierzchnia czynna detektorów ma wynosić ok. 10 m², a rozdzielcość kątowa ok. 2''. Instrument zostanie umieszczony w równowagowym punkcie L2 układu Ziemia-Słońce, znajdującym się ok. 1,5 mln km od Ziemi.

Ponieważ zakres zagadnień naukowych astronomii rentgenowskiej jest bliski zakresowi zagadnień astronomii gamma, należy się spodziewać, że grupa badawcza obecnie związana z satelitą INTEGRAL będzie również brała udział w wykorzystywaniu wyników kosmicznego teleskopu XEUS. Wstępne prace nad zdefiniowaniem udziału Polski w projekcie zostały już podjęte

przez prof. A. Zdziarskiego, który został zaproszony do udziału w pracach nad ustaleniem zakresu celów naukowych oraz specyfikacji instrumentu XEUS.

Reasumując, rekomendacje niniejszego raportu to:

- kontynuacja finansowania badań naukowych wykorzystujących obserwacje wykonywane przez kosmiczny teleskop INTEGRAL;
- kontynuacja finansowania udziału w projekcie Herschel;
- finansowanie udziału w projekcie Planck;
- włączenie się w przygotowywanie teleskopu XEUS i finansowanie przyszłego udziału w tym projekcie.

4.2 Badania planet i małych ciał Układu Słonecznego

W badaniach planetarnych program ESA jest dosyć klarowny:

- na najbliższe lata planowana jest wielka misja do Merkurego (z udziałem Japonii), Bepi-Colombo, składająca się ze stacji orbitalnej i satelity magneto-sferycznego. Start misji nastąpi około 2009 r. Trwa konkurs na eksperymenty naukowe;
- wykorzystując dorobek misji Mars-Express, zostanie przeprowadzona misja Venus-Express, pierwsza europejska wyprawa do sąsiadniej planety;
- planowane są co najmniej dwie misje do Marsa: obok realizowanej Mars-Express (2003 r.), planuje się misje Netlander (po 2006 r.) i EcoMars (po 2009 r.); misje te są skoordynowane z programem NASA;
- w ramach małych misji technologicznych w 2003 r. została wysłana misja do Księżyca, Smart 1.

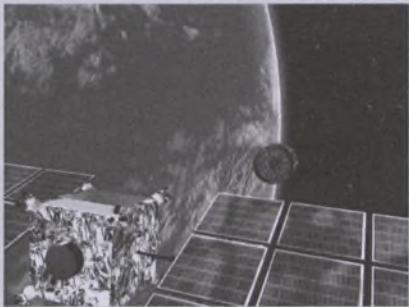
Pozycja Polski w badaniach kosmicznych, w tym w badaniach planetarnych i w technologiach kosmicznych, jest znacznie lepsza niż wynikałoby to z po-

ziomu nakładów na te badania w latach po transformacji ustrojowej. Centrum Badań Kosmicznych dokonało bardzo skutecznego zwrotu i z aktywnego uczestnika programu Interkosmos, skupiającego państwa byłego RWPG, przekształciło się w solidnego partnera Europejskiej Agencji Kosmicznej. Nie była to łatwa i szybka przemiana ze względu na trzy czynniki: udział w programach, misjach i eksperymentach ESA wymaga od *każdego członka zespołu techniczno-badaawczego profesjonalizmu, samodzielności i umiejętności współpracy w międzynarodowym zespole*; system Interkosmosu był bardziej scentralizowany i hierarchiczny; w ESA obowiązuje bardzo formalny system przygotowywania misji, pociągający za sobą konieczność poznania i przestrzegania szczegółowych norm oraz przygotowywania, na każdym etapie projektu, pokaźnej liczby dokumentów odbiegających w formie od dokumentów wymaganych przez Interkosmos; o udział w projektach trzeba walczyć w silnej międzynarodowej konkurencji przy braku gwarancji, że raz opanowany warsztat i uzyskana pozycja pozwoli na uzyskiwanie kolejnych projektów; regułą jest, że co kilka lat trzeba zmieniać pole badań i stale przyswajać sobie nowe umiejętności. Przedstawiona wyżej opinia nie powinna przesłaniać faktu, że udział w programie Interkosmos był świetnym poligonom do nauki rzemiosła kosmicznego i bardzo ułatwił, przez zdobyté doświadczenia, szybkie dopasowanie się do wymogów obowiązujących w ESA.

Pierwszą misją ESA, w której oficjalnie uczestniczyło Centrum Badań Kosmicznych, był Cassini. Zaangażowaliśmy się w tę misję w 1990 r., uczestnicząc w eksperymencie SSP (Surface Science Package) na próbniku Huygens, który ma wylądować na powierzchni Tytana, satelity Saturna. Eksperyment prowadzi John Zarnecki z Wlk. Brytanii (obecnie profesor w Open University). Po wizycie w CBK wysokiej rangi specjalistów z Rutherford-Appleton Laboratory (RAL) i dokonaniu przez nich dokładnej analizy możliwości technicznych Centrum, strona angielska zaproponowała nam wykonanie jednego z sześciu czujników SSP oraz zaprojektowanie i wykonanie bloku elektroniki obsługującego 5 czujników. W latach 1991–1995 CBK zapro-



Hershel



XEUS

je kotało i wykonało czujnik THP, którego zadaniem jest pomiar temperatury i przewodnictwa cieplnego w atmosferze i na powierzchni Tytana. Równolegle, inżynier elektronik z Centrum został na dwa lata oddelegowany do RAL-u, by wykonać tam projekt i model funkcjonalny bloku elektronicznego. Rozwijana była też wspomagająca analiza naukowa warunków spodziewanych na Tytanie i opracowanie metod interpretacji wyników. Wszystkie prace zostały wykonane terminowo i bez zastrzeżeń angielskich partnerów i ESA. Cassini wystartował w 1997 r. i ma dolecieć do Tytana na początku roku 2005. Wszystkie dotychczasowe testy instrumentu SSP (przeprowadzane rutynowo co pół roku) potwierdzają prawidłowe działanie całego SSP.

Kolejnym projektem planetarnym realizowanym w Centrum był udział w przygotowaniu spektrometru fourierowskiego PFS do badań atmosfery marsjańskiej, początkowo na rosyjską misję Mars-96, zaś po jej katastrofie, na misję Mars-Express Europejskiej Agencji Kosmicznej. Eksperyment prowadzony jest przez profesora Vittorio Formisano z Włoch, a uczestniczą w nim, oprócz Polaków, Niemcy, Hiszpanie i Rosjanie. Centrum Badań Kosmicznych wykonuje ważny element spektrometru, skaner, umożliwiający płynną zmianę kierunku patrzenia przyrządu. W CBK jest wykonywana także część elektroniki pokładowej, a w szczególności bloki zasilania. Łącznie wykonano i przetestowano 5 kolejnych modeli przyrządu, począwszy od modelu funkcjonalnego, a na zapasowym lotnym skończywszy. Prace trwały od 1997 do 2002 r. Start misji nastąpił 2 czerwca 2003 r., a pierwsze wyniki uzyskano na początku 2004 r. Również w tej misji aparatura wykonana w CBK uzyskała bardzo wysokie oceny zarówno kolegów z Włoch, odpowiedzialnych za cały przyrząd, jak i Europejskiej Agencji Ko-

smicznej. Większa część prac mechanicznych i elektronicznych montażowych i testowych została wykonana w warsztatach CBK i w zakupionym w związku z tą misją tzw. czystym pomieszczeniem (cleanroom). Niektóre prace wykonali podwykonawcy zewnętrzni, np. kapsuły z wzorcową mieszanką gazów do kalibracji wykonał Instytut Chemii Fizycznej.

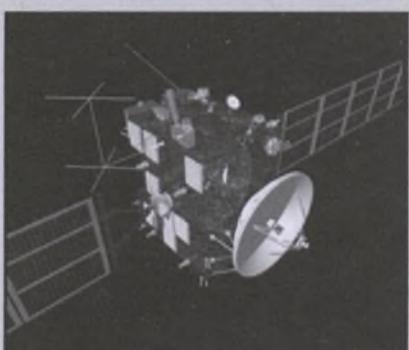
Największy z dotychczas realizowanych projektów sprzętowych to eksperyment MUPUS na misję Rosetta. Jest to pierwszy przypadek uczestnictwa polskiego zespołu w misji ESA od początku, tj. od przedstawienia projektu w konkursie na eksperyment, w roku 1995. W tym wypadku chodzi o zestaw sensorów do pomiaru własności fizycznych jądra komety. Misja Rosetta (wystartowała pod koniec lutego br.) ma dolecieć do komety Czuryumow-Gerasimienko i, po przeprowadzeniu systematycznych badań z orbitera, opuścić lądownik na powierzchnię kilometrowej wielkości jądra. Ponieważ aktywność jądra jest determinowana przez procesy termiczne (ogrzewanie przez Słońce, sublimacja molekuł z powierzchni, transport ciepła do/z wnętrza jądra), więc pomiary profilu temperatury, przewodnictwa cieplnego, struktury i własności mechanicznych jądra mogą mieć istotne znaczenie dla poznania zjawisk fizycznych zachodzących tuż pod powierzchnią. Eksperyment MUPUS jest prowadzony przez Tilmana Spohna z Instytutu Planetologii w Muenster (Niemcy), a w zespole są instytuty z Niemiec, Polski, Austrii, Wlk. Brytanii i USA.

Głównym zadaniem eksperymentu jest określenie profilu temperatury do głębokości około 40 cm pod powierzchnią jądra i pomiar przewodnictwa cieplnego przy pomocy penetratora. Penetrator powinien być wprowadzony (wbity) w jądro w odległości około 1 m od lądownika. Wszystkie podsystemy eksperymentu: penetrator, urządzenie wbijające i urządzenie wysuwające powinny być wykonane przez zespół MUPUS-a. Centrum Badań Kosmicznych podjęło się, w ramach projektów badawczych KBN, wykonania urządzenia wbijającego i naziemnej aparatury kontrolno-pomiarowej (EGSE). W trakcie przygotowania eksperymentu okazało się, że znakomita część zadań, której wykonanie spoczywało na stronie niemieckiej, musi być przejęta przez zespół z CBK:

żadna z firm zachodnich nie chciała podjąć się nowych i ryzykownych wyzwań. W ramach kontraktu z DLR (Niemiecka Agencja Kosmiczna), Centrum Badań Kosmicznych wykonało: penetrator, sensory termiczne, urządzenie wysuwające, elektroniczny układ sterowania sensorami umieszczony w penetratorze, elektronikę do całego eksperymentu MUPUS umieszczoną w lądowniku, oprogramowanie, okablowanie, mechaniczny układ wspomagania eksperymentu i symulacji warunków nieważkości. Wiele rozwiązań jest unikalnych w skali światowej, opanowano też kilka nowych technologii. Eksperyment jest uważany za jeden z ciekawszych na lądowniku. W przygotowaniu eksperymentu brało udział 7 osób z CBK i około 15 instytutów, jednostek badawczo-rozwojowych i firm z całej Polski. Misja wystartowała w styczniu 2004 r., doleci do komety w 2011, wyląduje na niej w 2012 r.

Oprócz wymienionych dużych eksperymentów z wkładem sprzętowym, uczeni z Centrum biorą udział w eksperymentach, do których wnoszą przede wszystkim swoją wiedzę. Tak jest z eksperymentem VIRTIS, spektrometrem pracującym w świetle widzialnym i w podczerwieni i umieszczonym na orbiterze Rosetty i z eksperymentem jonosferycznym na misji Mars-Express. Planowany jest udział CBK w misjach Bepi-Colombo do Merkurego i w misji Venus-Express.

Udział w powyższych eksperymentach oraz w dwu dużych misjach astrofizycznych ESA, Integral i Herschel sprawił, że prawie wszyscy inżynierowie z CBK opanowali w praktyce zasadnicze procedury i standary badań kosmicznych i mogliby bez trudności przystąpić do realizowania kolejnych projektów ESA. 7-8 osób z CBK, w większości inżynierów, mogliby poprowadzić małe i średnie zespole



Rosetta

ły techniczne wykonujące części instrumentów i systemów kosmicznych. Centrum dysponuje pełną ekspertyzą techniczną w następujących dziedzinach:

- (a) mechanika,
 - (b) elektronika analogowa i cyfrowa oraz systemy zasilania,
 - (c) oprogramowanie,
 - (d) naziemne systemy wspomagania eksperymentu, elektroniczne i mechaniczne,
 - (e) proste układy optyczne.
- Częściowe kompetencje obejmują:
- (a) sensory do badania własności fizycznych powierzchni i atmosfer planet,
 - (b) instrumenty rentgenowskie,
 - (c) instrumenty plazmowe do pomiaru fal elektromagnetycznych.

Wiedza i umiejętności pracowników CBK pozwoliłyby obecnie na zaprojektowanie i wykonanie dość złożonych systemów kosmicznych o wadze do 10 kg, np. nanosateliety, mikrolądownika, planetarnego próbnika atmosferycznego, większego penetratora czy minipojazdu planetarnego. W każdym z tych projektów CBK dysponuje około 60-70% fachowej ekspertyzy, resztę można i trzeba by uzyskać u specjalistów w kraju i za granicą.

Aczkolwiek przemysł kosmiczny jako taki w Polsce nie istnieje, jest wiele firm, instytutów, zakładów, działających w obszarze wysokich technologii, które potrafią dorównać poziomem firmom zachodnim. Teraz i, zapewne, przez wiele lat jeszcze nie będą mogły przestawić się na wyłączną działalność w sektorze kosmicznym ze względu na płytka rynek w Polsce i brak dostępu do zamówień zachodnioeuropejskich. Jeśli jednak uda się połączyć kosmiczne know-how inżynierów z Centrum Badań Kosmicznych z potencjałem twórczym owych firm, to realizacja dość złożonych i ambitnych projektów kosmicznych będzie, z technicznego punktu widzenia, możliwa.

Istotny deficyt w polskim kompleksie kosmicznym to brak części infrastruktury, w którą nie inwestowano w zgodzie z potrzebami przez ostatnie 12 lat. Chodzi tu przede wszystkim o stanowiska do testów i aparaturę kontrolno-pomiarową. Przydałyby się nowocześnie wyposażone laboratorium do testów EMC, skomputeryzowane przyrządy diagnostyczne do badania układów elektronicznych, zaawansowane oprogramowanie inżynierskie. Brak

tych urządzeń nie wyklucza nas z udziału w eksperymentach (testy można wykonać odpłatnie za granicą), ale poważnie ogranicza nasze możliwości.

Zasadniczą przeszkodą w realizacji jakiekolwiek planowej strategii rozwoju eksperymentalnych badań planetologicznych stanowi system finansowania projektów badawczych przez KBN. Cykl przygotowania eksperymentu kosmicznego trwa 5-6 lat i powinien mieć zagwarantowane finansowanie na ten okres, biorąc pod uwagę, że projekty zostają wyłonione w drodze konkursów międzynarodowych i to określa od początku ich wysoki poziom. W systemie trzyletnich grantów obowiązującym w Polsce, projekt musi przejść przez dwa konkursy KBN i często się zdarza, że w drugim konkursie środki albo nie zostają przyznane, albo są poważnie okrecone, mimo że merytorycznie nic takiego posunięcia nie usprawiedliwia (projekt jest wykonywany zgodnie z planem, a suma postulowanych nakładów nie przekracza kwoty preliminarynej na początek całego projektu). Ta niedorzeczna praktyka opóźnia wykonanie projektu w terminie, zagraża jego jakości, podważa zaufanie partnerów zagranicznych i, wreszcie, zmusza do finansowej ekwibrystyki Centrum Badań Kosmicznych, które musi ratować zagrożone projekty kosztem działalności statutowej.

Kolejnym ważnym elementem polskiej strategii kosmicznej powinno być przygotowanie się do uczestnictwa w następnej generacji misji kosmicznych i rozwój takich technologii, które mogą być kluczowe w tych misjach. Oznacza to, połączony z pewnym ryzykiem, wybór kilku perspektywicznych kierunków badań i technologii, nad którymi będą prowadzone własne prace rozwojowe, nie związane początkowo z konkretną aplikacją. Oprzeć się trzeba na tych nurtach działalności Centrum, w których nie ustępujemy światu, bądź włączyć w te badania, które poczęły się niedawno i w których dystans do czółówki jest nieduży. Kandydatami do takich „lokomotyw postępu” mogą być urządzenia i instrumenty do badania powierzchni planet: penetratory stacjonarne i ruchome (kret), mikrorobuty i mikropojazdy planetarne, teledetekcyjne instrumenty hiperspektralne, czy wreszcie najbardziej ambitne: nanosateliety. Innym kierunkiem rozwojowym mogą być

autonomiczne systemy sterowania instrumentami oparte na metodach sztucznej inteligencji czy też pokładowe systemy interpretacji wyników pomiarów oparte na zaawansowanych metodach odwrotnych. Metoda postępowania przy otwieraniu nowych kierunków badań i rozwoju technologii powinna opierać się na rozwiązaniach od dawna sprawdzonych w przygotowaniu eksperymentów kosmicznych a polegających na stopniowym zawężaniu i pogłębianiu pola badań w miarę postępu prac. Pierwsze dwie fazy, A i B, polegają na rozwinęciu koncepcji nowego rozwiązania podbudowanej szerokimi studiami literackimi oraz na stworzeniu modelu funkcjonalnego rozważanego przyrządu. Są to najmniej kosztowne, w sensie inwestycji sprzętowych, fazy przygotowania do eksperymentu i pozwalają na równolegle rozwijanie kilku projektów przez ten sam zespół w fazie A.

Nakłady na badania planetarne i rozwój technologii kosmicznych podzielić można na trzy grupy:

- bezpośrednie nakłady na udział polskich grup badawczych w eksperymentach kosmicznych,
- środki na rozwój infrastruktury, tj. stanowisk do testów, wyspecjalizowanych przyrządów kontrolno-pomiarowych, wydajnych komputerów i oprogramowania, książek i czasopism naukowych i technicznych,
- nakłady na prace rozwojowe i poszukiwanie nowych rozwiązań, które mogłyby być zastosowane w przyszłych misjach.

Prace rozwojowe mają zapewnić instytutowi możliwość ulokowania się w przyszłości w ważnych i perspektywicznych obszarach badawczych i technologiach poprzez wcześniejsze przygotowanie i sprawdzenie nowych rozwiązań. Duży potencjał techniczny i kadrowy jest ulokowany w elektronicznych systemach pokładowych i naziemnych oraz w projektowaniu oprogramowania lotnego. Rozwojową dziedziną, zarówno od strony technicznej, jak i naukowej i interpretacji danych jest teledetekcja, w szczególności przyrządy hiperspektralne.

4.3 Inne kierunki badawcze

Ze względu na brak miejsca już tylko zdawkowo wspomnimy inne obszary badań uprawiane w Polsce:

- a) *Heliofizyka*

Aktualnie polska aparatura pracuje na pokładzie rosyjskiego satelity CORONAS. Dostarcza ona wartościowe dane z zakresu promieniowania XUV. Prowadzone są również prace wykorzystujące dane z innych eksperymentów kosmicznych. Nie przewiduje się w najbliższym czasie polskiego udziału w nowych misjach kosmicznych badających Słońce.

b) *Badania zjawisk zachodzących w plazmie kosmicznej w przestrzeni międzyplanetarnej i okoziemskiej*

Badania plazmy w bliższej i dalszej przestrzeni kosmicznej stanowiły swoją rodzą polską specjalność w Kosmosie. Dziedzina ta wybiła się w latach 50. i 60. minionego wieku, odkrywając wpierw nie tylko nieznany, ale również nieoczekiwany świat zjawisk elektromagnetycznych wokół Ziemi, a później wokół innych planet i w Układzie Słonecznym jako całości. Badania rozpoczęte jeszcze w 1973 r. z pokładu satelity Interkosmos KOPERNIK-500, kontynuowane w ramach wielu innych eksperymentów, z których ostatnim najważniejszym były wystrzelone w r. 1995 i 1996 rosyjskie INTERBALL-e 1 i 2, teraz prowadzone są głównie w sposób teoretyczny przy wykorzystaniu danych innych misji. Obecnie na orbicie znajduje się układ 4 satelitów CLUSTER, przygotowanych i wyniesionych przez ESA, polscy badacze zostali zaproszeni do współpracy w opracowywaniu i interpretacji wyników z tych satelitów. Ostatnio została wprowadzona na orbitę aparatura misji DEMETER, organizowanej przez francuską agencję kosmiczną CNES. Należy podkreślić istotny związek tych badań z burzliwie rozwijającym się kierunkiem ich zastosowań związanych z problematyką tzw. „pogody kosmicznej”.

c) *Badania Ziemi metodami geodezji satelitarnej*

Badania naukowe w tej dziedzinie opierają się głównie na pracy sieci obserwatoriów sztucznych satelitów, prowadzonej przez instytuty i wyższe uczelnie. Mają one za zadanie zbieranie danych do badań dynamiki globu ziemskiego i jej orientacji w przestrzeni, prowadzonych pod egidą Międzynarodowej Asocjacji Geodezyjnej. Sieć podstawowych stacji obserwacyjnych przedstawia się następująco:

- Centrum Badań Kosmicznych PAN — Obserwatorium w Borowcu^{1), 2)};
- Politechnika Warszawska — Ob-

serwatorium w Józefosławiu^{1), 2)};

- Obserwatorium w Lamkóweku^{1), 2)};
- Instytut Geodezji i Kartografii — Obserwatorium w Borowej Górze²⁾;
- Uniwersytet Wrocławski — stacja we Wrocławiu²⁾.

Obserwatoria te działają w sieci International Geodynamical Service¹⁾ oraz europejskiej sieci EUREF²⁾.

Działalności obserwacyjnej towarzyszy obszerna działalność teoretyczna i analityczna w zakresie geodynamiki i podstawowych układów współrzędnych. Jednym z efektów jest nowa teoria nutacji, nagrodzona europejskim Medalem Kartezjusza.

d) *Badania Ziemi metodami teledetekcji*

Prace badawcze w zakresie teledetekcji ogniskują się wokół metod wykorzystania i interpretacji danych uzyskanych z czujników umieszczonych na satelitach oraz tworzenia modeli zjawisk, których dane te dotyczą. Należy tu wymieścić tworzenie map zanieczyszczeń środowiska, stanu lasów, wilgotności gleb, dokumentacji powodzi itp. oraz modeli synoptycznych dla prognoz pogody. Dane do tworzenia tych modeli pochodzą z satelitów europejskich (Meteosat, ERS-1, -2, -3, Envisat) i amerykańskich, jednak przy interpretacji danych trzeba polegać przede wszystkim na siłach własnych. Towarzyszy temu komplementarny program pozyskiwania danych technikami naziemnymi, głównie dla potrzeb kalibracji informacji satelitarnej oraz zdjęć lotniczych w rejonach szczególnego zainteresowania. Badania prowadzone są najintensywniej w Instytucie Meteorologii i Gospodarki Wodnej (w zakresie meteorologii), Instytucie Geodezji i Kartografii, a także w wyższych uczelniach.

5. Program zastosowań

Badania kosmiczne są tylko częścią znacznie obszerniejszej działalności w przestrzeni kosmicznej, która ma olbrzymie znaczenie gospodarcze i polityczne.

Wśród zastosowań techniki kosmicznej na czoło wysuwa się niewątpliwie telekomunikacja, która jednocześnie jest obszarem największych inwestycji firm prywatnych w technikę kosmiczną. W Polsce był przygotowywany swego czasu projekt narodowego satelity telekomunikacyjnego POLSTAR, nie doczekał się on jednak realizacji. Obecnie

istnieje na rynku międzynarodowym nadmiar mocy transmisji, toteż próby wejścia na ten rynek przez nowego operatora są skazane na niepowodzenie. Należy też zauważyć, że Polska, poprzez swego operatora narodowego, jakim była TPSA, była współudziałowcem konsorcjum Eutelsat. Po prywatyzacji TPSA i przejęciu nad nią kontroli przez kapitał francuski, a także po komercjalizacji Eutelsat nie ma w Polsce organizacji dostatecznie silnej i zainteresowanej w programie narodowym.

Istnieją w zasadzie dwa kierunki zastosowań techniki satelitarnej do telekomunikacji: jest to telewizja i transmisja danych. W zakresie telewizji rozwój technologiczny jest całkowicie zmajoryzowany przez koncerny elektroniczne i kosmiczne, co nie pozostawia pola do działania krajowym jednostkom. W zakresie transmisji danych sprawa jest bardziej otwarta. Polska mogłaby uczestniczyć w programie ARTES Europejskiej Agencji Kosmicznej, korzystając z normalnego kanału finansowania badań przez KBN.

Drugim szeroko znany przykładem zastosowania sztucznych satelitów jest meteorologia. Ludzie oglądają codziennie obrazy zachmurzenia nad kontynentem lub całym globem, przesypane przez satelity meteorologiczne. Polska służba meteo ma dostęp do źródeł tych obrazów, zaś Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej jest członkiem europejskiej organizacji Eumetsat, dysponującej własnymi satelitami. Wprawdzie występują ustawiczne kłopoty z opłatami składki do Eumetsat, można jednak uważać, że pod względem koncepcji sprawa ta jest ustawiona właściwie.

Dane meteorologiczne to jeden z rodzajów teledetekcji, która pozwala obserwować powierzchnię Ziemi w wielu aspektach i pod kątem różnych parametrów. Prowadzonych było i jest szereg programów, np.:

1. Wykonanie na podstawie zdjęć Landsat MSS mapy pokrycia terenu w skali 1:500 000, a później na podstawie zdjęć Landsat TM takiej samej mapy w skali 1:100 000, ale stanowiącej już część europejskiej bazy danych o pokryciu terenu.

2. Ocena stanu zdrowotnego lasów. Wykonano inwentaryzację uszkodzeń drzewostanów dla najważniejszych zagrożonych kompleksów leśnych i oceniano postępy w regeneracji drzewostanów.

3. Zbadanie zmian środowiska na obszarach zurbanizowanych i przemysłowych. Analizy wieloczasowych zdjęć satelitarnych dostarczyły informacji o kierunkach i rozmiarach zmian, głównie w użytkowaniu ziemi i zmian stosunków wodnych.

4. Mapy satelitarne jako warstwy tematyczne regionalnych Systemów Informacji Geograficznej i źródło danych dla tworzenia wielu warstw tematycznych tych systemów, głównie warstwy „pozycje terenu”.

5. Monitorowanie stanu i zmian środowiska obszarów chronionych. Tworzone dla większości parków narodowych i parków krajobrazowych systemy informacji geograficznej korzystają po-wszechnie ze zdjęć satelitarnych.

Te i inne praktyczne zastosowania teledetekcji satelitarnej dają przykład ogromnych możliwości wykorzystania tej techniki dla pożytku społecznego. Europejska Agencja Kosmiczna wspólnie z Komisją Europejską uruchomiły program Global Monitoring for Environment and Security (GMES), który nie-wątpliwie zintensyfikuje te działania. Polska ma możliwość być objęta programem GMES, którego punkt kontaktowy na Europę Środkową i Wschodnią ustalony został w Centrum Badań Kosmicznych PAN.

Kierunkiem rozwijającym się intensywnie jest nawigacja satelitarna. Aktualnie jest oparta na wykorzystaniu amerykańskiego systemu GPS, jednakże jesteśmy w przededniu uruchomienia uzupełniającego europejskiego systemu EGNOS, zaś w perspektywie kilku lat oczekuje się wprowadzenia całkowicie nowego systemu europejskiego GALILEO. Oprócz konstelacji satelitów do pełnego wykorzystania systemu potrzebne są stacje naziemne. W Polsce utworzono dotychczas kilka niezależnych sieci lokalnych stacji referencyjnych DGPS przeznaczonych dla różnych celów, takich jak: nawigacja morska, nawigacja lądowa i monitoring pojazdów policji i służb ratownictwa miejskiego, potrzeby geodezji i inżynierii morskiej oraz Systemów Informacji o Terenie i Geograficznych Systemów Informacji oraz dla potrzeb monitoringu pojazdów komunikacji i służb miejskich w kilku miastach w Polsce. Rozpoczęto prace na obszarze województwa śląskiego nad realizacją Aktywnej Sieci Geodezycznej. W roku 2000 Komisja

Geodezji Satelitarnej KBKiS PAN oraz Sekcja Sieci Geodezyjnych Komitetu Geodezji PAN, opierając się na dokonanej analizie systemów stacji referencyjnych w krajach europejskich i Stanach Zjednoczonych, przyjęły w szczególności następujące określenie celów utworzenia Polskiego Systemu Stacji Permanentnych GPS:

1) Generowanie na stacji i transmisja poprawek DGPS/RTK.

2) Gromadzenie oraz udostępnianie za pośrednictwem Internetu danych obserwacyjnych stacji permanentnych dla celów geodezyjnych.

Dla obszaru Polski projektuje się utworzenie około 70 nowych stacji referencyjnych iłącznie już istniejących stacji do systemu. Przyjęto, że odległość między stacjami powinna wynosić 80-100 km.

W Warszawie znajduje się stacja monitorująca systemu EGNOS

Geodezja satelitarna przyniosła już wiele istotnych zastosowań, jak np. ustanowienie nowego układu współrzędnych geodezyjnych zunifikowanego z układem europejskim. Prowadzone są prace nad realizacją sieci geodezyjnych niższych rzędów, osnowy wysokościowej i precyzyjnej geoidy dla terytorium

Na pograniczu badań i praktycznego ich stosowania znajduje się program Pogoda Kosmiczna (*Space Weather*). Polega on na monitorowaniu i prognozowaniu zjawisk elektromagnetycznych zachodzących w przestrzeni okołoziemskiej i atmosferze, wywoływanych aktywnością Słońca. Znaczenie tej służby wzrasta wraz ze wzrostem obecności elektroniki i komputerów w naszym życiu. W Polsce funkcjonuje od dawna w Centrum Badań Kosmicznych PAN Ośrodek Prognoz Jonosferycznych, wchodzący w skład sieci międzynarodowej.

6. Możliwości rozwoju techniki kosmicznej

Pojęcie techniki kosmicznej kojarzy się z najwyższymi wymaganiami i jakością. Obejmuje ono bardzo szeroką paletę wyrobów, ale produkcja ta nie ma charakteru masowego. Rynek w tej dziedzinie jest stosunkowo płytki i zamknięty. Istnieją jednak określone nisze, które pozwalają dostać się na ten rynek również firmom z Polski. Można wyrobić przynajmniej trzy obszary, w których takie szanse istnieją, a mianowicie:

- pokładowa aparatura badawcza;
- naziemne urządzenia wspomagające i kontrolne;
- elementy naziemnych systemów śledzących i naprowadzających.

Aparatura badawcza przygotowywana jest zazwyczaj przez laboratoria naukowe, które proponują eksperymenty w Kosmosie. Poszukują one poddostawców rozmaitych unikalnych przyrządów lub ich części składowych, kierując się zaufaniem do takiego dostawcy, opartym na wcześniejszym jego dorobku oraz certyfikatach zagranicznych agencji kosmicznych. Istnieje w Polsce grupa firm skupiona wokół Centrum Badań Kosmicznych PAN, która może się takim dorobkiem wykazać i ubiegać się o dalsze zamówienia.

Aparatura wspomagająca i kontrolna (*Ground Support Equipment*) nie jest przeznaczona dla pracy na orbicie, lecz stanowi wyposażenie laboratoriów i naziemnych zespołów konstrukcyjnych i obsługujących. Nie podlega ona tak ostrej certyfikacji jak aparatura lotna. Tu również istnieją pozytywne doświadczenia dostępu do tego rynku.

Trzecia grupa — naziemne systemy śledzące — to telemetria, radioelektronika, radary i optyka. Są to specjalności techniczne istniejące w Polsce na dobrym poziomie i przy wsparciu mogą być wprowadzone na europejski rynek techniki kosmicznej.

Trzeba tu powiedzieć, że rynek ten jest w Europie kreowany przede wszystkim przez Europejską Agencję Kosmiczną. Jest to rynek regulowany i kontrolowany. Okolicznością bardzo dla nas pomocną jest obowiązująca w ESA zasada zwrotu geograficznego (*geographic return* — zob. rozdz. 2, s. 197). Niestety, Unia Europejska już tej zasadzie nie uznaje. Wychodząc naprzeciw naszym dezyderatom i problemom finansowym ESA utworzyła specjalnie dla państw naszego regionu program PECS, w którym składka roczna stanowi 1 mln euro, a zatem mieści się w realiach polskiego budżetu.

7. Program edukacyjny

Starania o rozwój tematyki kosmicznej w Polsce napotykają na ogólny sceptyczny, co do celowości i możliwości takiego rozwoju. Niewiara taka ma swoje źródło przede wszystkim w niewiedzy o tym, co jest robione i musi być robione w przestrzeni kosmicznej przy obec-

nym stanie rozwoju cywilizacyjnego. Dlatego niezbędnym składnikiem realizacji przedstawionej tu strategii jest szeroko pojęta edukacja, rozumiana jako nauczanie szkolne, kształcenie akademickie i podyplomowe oraz popularyzacja. To pierwsze ogniwko jest najsłabsze i wymaga decyzji na szczeblu centralnym. Studia związane z różnymi specjalnościami znajdującymi zastosowanie w programach kosmicznych prowadzone są na różnych uczelniach, w tym na Politechnice Warszawskiej działa Międzywydziałowe Studium Technik i Technologii Kosmicznych. W miarę możliwości są podejmowane rozmaite przedsięwzięcia popularyzujące tematykę kosmiczną — w tym zakresie większe zainteresowanie Telewizji Polskiej miałyby ogromne znaczenie.

8. Postulaty finansowe

W Polsce finansowanie badań kosmicznych od lat dokonuje się z wielkimi oporami. Po przemianach ustrojowych na początku lat 90. sytuacja uległa jeszcze pogorszeniu. Kierunek ten został potraktowany jako służący głównie problemom badawczym, a jednocześnie kosztowny, niewart więc szerszego wspierania. Spowodowało to uwiad niektórych niezłe zapowiadających się kierunków badawczych (mikrogravitacja, medycyna kosmiczna). Jednocześnie w kraju nastąpiła degradacja przemysłów lotniczego i elektronicznego, które gdzie indziej stanowią bazę dla rozwoju techniki kosmicznej. Zespoły, które pozostały i utrzymały swoje zdolności badawcze, funkcjonują obecnie dzięki wsparciu Komitetu Badań Naukowych. Sumaryczna wysokość nakładów przeznaczana na tę tematykę może być oceniona na ok. 10 mln zł rocznie.

Kierując się filozofią *gospodarki opartej na wiedzy* nie można zostawić sprawy w tym stanie. Posługując się przykładem Irlandii i Hiszpanii, łatwo dojść do wniosku, że finansowanie badań kosmicznych należy do najbardziej obiecujących inwestycji naukowych, jakie może czynić budżet państwa. Hiszpania obecnie wpłaca ponad 90 mln € do ESA i realizuje program krajowy w wysokości ok. 20 mln €, co daje łącznie 110 mln € na działalność kosmiczną (dane za rok 2000). Nie uwzględnione są wydatki na cele obronne. Proporcja PKB Hiszpanii i Polski wynosi ok. 3,5 : 1.

Składka polska do Unii Europejskiej wynosi ok. 2,5% budżetu tej ostatniej. Rząd polski spodziewa się pozyskania sum większych, związanych z pomocą dla rolnictwa, infrastruktury i ochrony środowiska i nie przewiduje sytuacji, w której Polska miałaby być płatnikiem netto. Jednakże dochodzą już głosy o projektowanych zmianach struktury budżetu Unii po roku 2007, gdzie na czoło ma się wysunąć finansowanie programu lizbońskiego, czyli rozwój zaawansowanej technologii. W tym programie działalność kosmiczna będzie stanowiła znaczącą część. Polska nie uzyska wsparcia z tego programu, jeśli będzie pasywna w badaniach i rozwoju, a w tym i w badaniach kosmicznych. Zakładając, że inwestycje Unii na Kosmos będą tego rzędu, ile wynosi obecnie budżet ESA, a więc ok. 3,5 mld € rocznie, chcąc nie chcąc będziemy tę działalność finansować w wysokości ok. 400 mln zł rocznie.

Powstaje istotne pytanie: co zrobić, aby te pieniądze szły nie na rozwój przemysłu kosmicznego Europy — czytaj Niemiec, Francji, Włoch i Wielkiej Brytanii — lecz Polski? Jedynym sposobem na częściowe choćby wykorzystanie tych pieniędzy jest włączenie Polski do klubu kosmicznego Europy, a to jest możliwe tylko przez przystąpienie do ESA.

W tym dokumencie rozważamy perspektywę roku 2010, a więc kilka lat po wejściu do Unii Europejskiej. Postuluje się, aby w tym czasie Polska uzyskała podobny poziom nakładów na tematykę kosmiczną co Hiszpania w 2000 r., uwzględniając proporcje w dochodzie narodowym. **Dawałoby to docelowo w 2010 r. ok. 125 mln zł rocznie**, co wymagałoby wzrostu o czynnik 12 w stosunku do stanu obecnego.

Jednakże większość, ok. 2/3 tej sumy, to koszty związane z inwestycjami i utrzymaniem systemów satelitarnych działających w dziedzinie nawigacji, ochrony środowiska, meteorologii, rolnictwa i in. oraz wsparcie zamówieniami nowoczesnego przemysłu, zatem nie powinno pochodzić z budżetu nauki, lecz z innych źródeł. Dlatego byłoby zasadne wykorzystanie różnych kanałów finansowania, nie tylko tych wspieranych przez Ministerstwo Nauki. Posługując się przykładem innych krajów europejskich, należy postulować utworzenie wyodrębnionej pozycji budżeto-

wej, pokrywającej koszty wykorzystania przestrzeni kosmicznej i rozwoju techniki kosmicznej.

9. Wnioski

Po przeanalizowaniu sytuacji wynikającej z akcesji Polski do Unii Europejskiej, rysujących się perspektyw, istniejących możliwości i występujących zagrożeń oraz dla osiągnięcia celów podanych na wstępie niniejszego opracowania, Komitet Badań Kosmicznych i Satelitarnych PAN przedstawia następujące wnioski:

1. W ramach regularnej składki płatonej do Unii Europejskiej, Polska będzie finansować europejski program kosmiczny na poziomie 400 mln zł rocznie.

2. W celu aktywnego uczestnictwa w programie europejskim i przynajmniej częściowego odzyskiwania tych pieniędzy w sposób korzystny dla polskiej gospodarki i nauki konieczne jest przystąpienie Polski do Europejskiej Agencji Kosmicznej i skorzystanie z propozycji pod nazwą PECS stopniowego włączania się w program ESA.

3. Wymiar finansowania polskiego programu kosmicznego w r. 2010 powinien być na poziomie 125 mln zł, z tego z budżetu państwa ok. 75 mln zł, przy czym wzrost powinien następować stopniowo, poczynając od najbliższego roku budżetowego.

4. Istotne jest uczestnictwo Polski w międzynarodowym wysiłku poznawania Kosmosu przez pogłębienie programu naukowego badań kosmicznych, tak w ramach ESA, jak i we współpracy z innymi agencjami.

5. Konieczne jest ustanowienie sprawnej formy organizacyjnej, odpowiedniej do form istniejących w innych krajach.

6. Niezbędne jest rozszerzenie działań edukacyjnych na poziomach: podyplomowym, uniwersyteckim i popularnym.

Źródło ilustracji: <http://sci.esa.int>

Autorzy są wybitnymi, znanymi w świecie specjalistami, od wielu lat współtwórcami programu polskich badań kosmicznych i ich znakomitymi realizatorami. Dwaj pierwsi są związani z Centrum Badań Kosmicznych, a trzeci z Centrum Astronomicznym im. Mikołaja Kopernika w Warszawie

Teoria dynamo, czyli istnienie pola magnetycznego we Wszechświecie

Około roku 1600 William Gilbert, nadworny fizyk królowej angielskiej Elżbiety I, zaproponował śmiałą hipotezę wyjaśniającą, dlaczego zawieszona igła kompasu wskazuje kierunek północ-południe. Sądził on, że cała Ziemia jest wielkim magnesem i dlatego przyciąga igłę. Wówczas to, najprawdopodobniej po raz pierwszy, ktoś wysunął myśl, że astronomiczny obiekt posiada rozcięgle pole magnetyczne

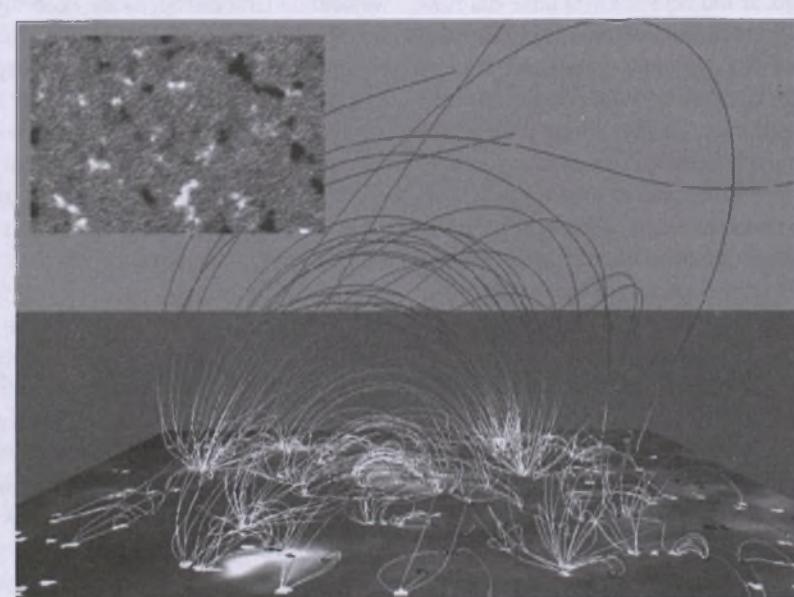
Pola magnetyczne w Kosmosie

Początkowo sądzono, że ziemski magnetyzm jest pochodzenia ferromagnetycznego, ale pod koniec XIX w. zdano sobie sprawę, że temperatura wnętrza Ziemi jest za wysoka, by własność tego rodzaju mogła się utrzymać (substancje ferromagnetyczne tracą swój magnetyzm powyżej temperatury zwanej punktem Curie). Poszukiwano zatem alternatywnego wyjaśnienia ziemskiego pola magnetycznego. Zastanawiano się również, czy inne obiekty astronomiczne takie pole posiadają. Dopiero astronomia XX stulecia twierdząco odpowie-

działa na to pytanie, wskazując, że pola magnetyczne są rozpowszechnione we Wszechświecie.

W 1908 r., badając rozszczepienie Zeemana w widmie Słońca, Hale dokonał ważnego odkrycia pól magnetycznych w plamach słonecznych. Potwierdziło to po raz pierwszy istnienie takiego pola poza środowiskiem ziemskim. Wielkie słoneczne plamy mogą posiadać pole rzędu 3000 Gs¹ (pole ziemskie to zaledwie 0,6 Gs). Sporo gwiazd jest o wiele silniejszych magnetycznie od Słońca — niektóre pulsary mają pole

¹ Gs (gaus) to jednostka indukcji magnetycznej w układzie CGS równa 10^4 T (tesli) w układzie SI.



Rys. 1. Komputerowy model pola magnetycznego na powierzchni Słońca oparty na danych z sondy SOHO. Obszary o przeciwnych polaryzacjach (reprezentowane przez kolory biały i czarny) są powiązane polem magnetycznym. Panel w lewym górnym rogu przedstawia wysokiej rozdzielczości magnetogram (SOHO) ukazujący mieszaną polaryzację plam słonecznych. (źródło: Brekke, 2001)

10^{12} Gs (osobliwe gwiazdy neutronowe, tzw. magnetary, mają jeszcze potężniejsze pole). Galaktyka natomiast ma rozległe pole magnetyczne, którego linie układają się prawie wzdłuż ramion spiralnych, a jego typowa wartość to 10^{-6} Gs.

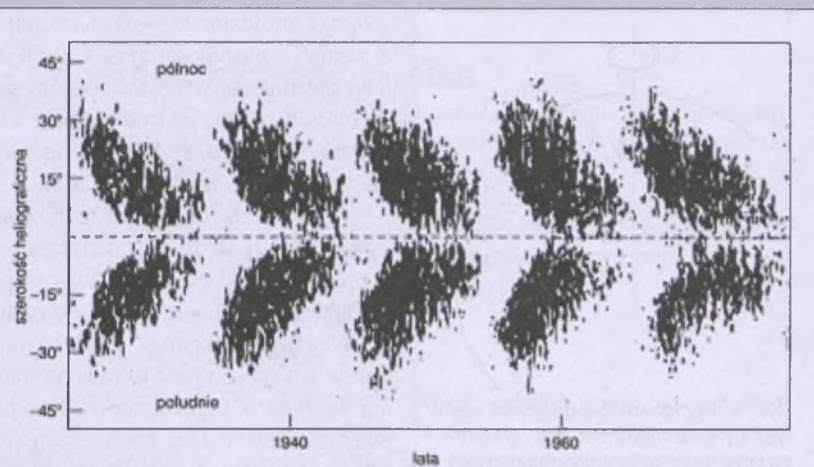
W szczególności poddawane bezpośrednim obserwacjom jest magnetyczne pole naszego Słońca. Jest ono periodyczne i ewoluje w dość złożony falowy sposób, co wynika z obserwacyjnych danych statystyki plam słonecznych zebranych od połowy XIX w. (ramka 1). Obecnie podstawowym testem dla każdej teorii wyjaśniającej pochodzenie pola jest odwzorowanie zachowania słonecznego pola magnetycznego.

Dysponujemy również dużą ilością danych obserwacyjnych dotyczących pól magnetycznych w galaktykach (rys. 3), których wyjaśnianie w ramach rozwijających się modeli teoretycznych stało się ważną aktywnością badawczą ostatnich lat.

Istnienie astronomicznych pól magnetycznych — problem MHD

Materia tworząca Wszechświat istnieje głównie w formie plazmy, czyli zjonizowanego gazu, który przewodzi prąd elektryczny, ale jako całość jest elektrycznie obojętny. W pewnych warunkach, na skutek statystycznych fluktuacji plazmy, może powstać słabe, załączkowe pole magnetyczne. Możemy spróbować wyobrazić sobie Wszechświat bez pola magnetycznego. Wówczas ewolucja zawartej w nim materii byłaby zgodna z podstawowymi równaniami hydrodynamiki (ramka 2). Jednak w naszym rzeczywistym Kosmosie obserwujemy to pole, co świadczy o tym, że początkowo załączkowe pole magnetyczne może wzrosnąć do wielkoskalowej struktury. A zatem musi istnieć we Wszechświecie wydajny proces wzmacniania pól magnetycznych.

Raz powstałe w astronomicznym obiekcie pole magnetyczne może trwać przez bardzo długi czas, nawet bez mechanizmu je podtrzymującego. Jednak istnienie takiego procesu konieczne jest ze względu na inne zjawiska zachodzące w astrofizycznych układach. Sprawdźmy to dla Ziemi, Słońca i Galaktyki. Jeśli we wnętrzu astronomicznego ciała plazma nie porusza się, rozpatrywane pole zanika w czasie $\tau \approx L^2 /$



Rys. 2. Diagram motylkowy ilustruje szerokość heliograficzną wynurzających się plam słonecznych w funkcji czasu

η , wynikającym z równania indukcji (ramka 2). L jest charakterystyczną skalą długości obiektu (promień jądra dla Ziemi i Słońca, grubość dysku dla Galaktyki), a η — współczynnikiem dyfuzji. Oszacowania czasu zaniku dla tych trzech obiektów przedstawia poniższa tabela.

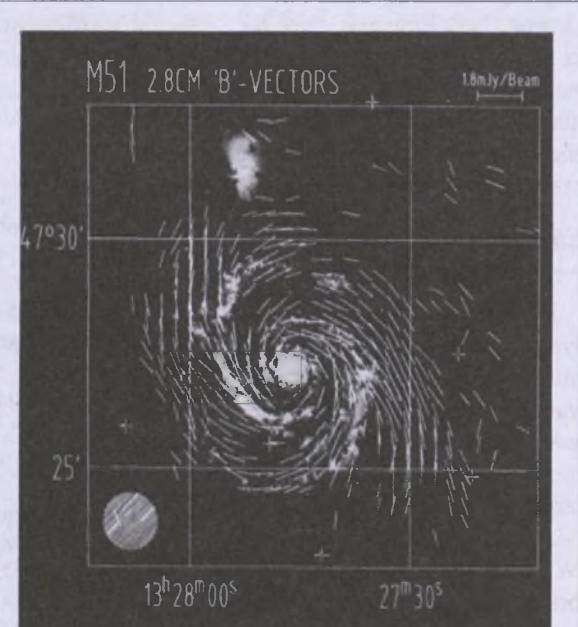
Obiekt	L [cm]	η [$\text{cm}^2 \text{s}^{-1}$]	τ [lata]
Ziemia	3×10^8	7×10^3	4×10^5
Słońce	5×10^{10}	7×10^2	1×10^{11}
Galaktyka	3×10^{20}	7×10^9	4×10^{23}

Jak widać, dla Ziemi okres ten jest za krótki w porównaniu z jej wiekiem (ok. 5 mld lat), zatem konieczny jest mechanizm wzmacniający pole. W przypadku Słońca skala czasowa zaniku jest wystarczająca, ale problem tkwi w obserwowanym 11-letnim cyklu odwracania bieguności, a zatem konieczny jest mechanizm powodujący oscylacje pola magnetycznego. Pomimo że okres zaniku galaktycznego pola magnetycznego sporo przewyższa wiek Wszechświata, pole to zostało ciasno nawinięte wokół Galaktyki przez jej rotację. Musi zatem istnieć proces, który temu zapobiega.

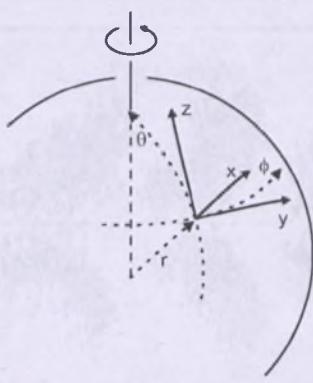
Dodatkowo, jeśli zrezygnujemy z założenia braku wewnętrznego ruchu

plazmy, ważne staną się efekty turbulentne (szerzej o tym dalej), a związana z nimi dyfuzja turbulentna znacznie przyspieszy zanik pól magnetycznych w gwiazdach i galaktykach. Wówczas po czasie dużo krótszym od czasu życia tych obiektów ich pola przestałyby istnieć. Ta własność stała się szczególnie problematyczna w kwestii generacji astrofizycznych pól magnetycznych.

Zapostulowany został mechanizm wzmacnienia astrofizycznych pól magnetycznych, nazwany terminem *hydro-magnetycznego dynamo*. Działanie takiego dynamo polega na wzmacnieniu pól kosztem energii kinetycznej wielkoskalowego przepływu (różnicowa rotacja) oraz energii kinetycznej ruchów



Rys. 3. Rozkład pola magnetycznego w spiralnej galaktyce M51 uzyskany z obserwacji polarymetrycznych. (źródło: Neininger, 1992)



Rys. 4. Reprezentacja geometrii sferycznej i lokalnego prostokątnego (kartezjańskiego) układu współrzędnych na obiekcie kulistym. Kierunkiem sferycznym r, θ, ϕ odpowiadają kierunki prostokątne x, y, z

drobnoskalowych (turbulencja).

Aby uprościć zagadnienie, skoncentrujemy się na podstawowej fizyce. Rozważamy zatem plazmę z wmrzonym w nią polem magnetycznym, kiedy to jej ruch pociąga za sobą przemieszczenie linii pola (ramka 2). Jednocześnie zakładamy, że ruch gazu wpływa na ewolucję pola magnetycznego, ale obecność pola nie wpływa na ruch gazu (pole jest wystarczająco słabe). W takim podejściu rozpatruje się wyłącznie równanie indukcji, które jest liniowe ze względu na \mathbf{B} , a przez to łatwiejsze do rozwiązania. W dalszej części, aby zademonstrować proces dynamo, ograniczymy się właśnie do przybliżenia kinematycznego i w tym kontekście postawiony problem nazywać będziemy *dynamem kinematycznym*. Należy jednak mieć na uwadze, że w ogólności jest to proces nieliniowy i wewnętrznie złożony, ponieważ siła Lorentza pochodząca od pola magnetycznego wpływa na pole prędkości gazu (ramka 2).

Etap pierwszy — rotacja różnicowa

Podstawowe twierdzenie w teorii dynamo podał w 1934 r. Cowling: *stacjonarne osiowo-symetryczne pole magnetyczne nie może być utrzymane przez pole prędkości o tym samym charakterze*. Osiowo-symetryczne pole posiada zarówno składnik poloidalny \mathbf{B}_p , jak i składnik toroidalny (azymutalny) \mathbf{B}_ϕ . (W geometrii sferycznej składowe wektora pola poloidalnego mają kierunek r

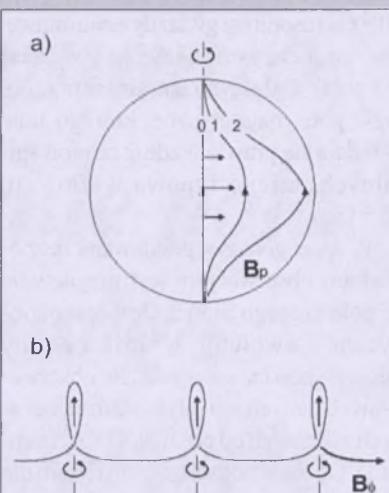
² Na przykład, w galaktykach spiralnych obserwuje się stosunek $\mathbf{B}_p/\mathbf{B}_\phi$ rzędu 0,1 – 0,5, czego nie można wyjaśnić bez istnienia procesu wzmacniającego \mathbf{B}_p .

i θ , zaś toroidalnego — ϕ . Kierunki te schematycznie pokazuje rys. 4.) Jeśli jest ono niezmienne w czasie, rozpatrzenie ogólnych praw elektrodynamiki klasycznej pokazuje, że taka konfiguracja nie może długo istnieć (ramka 3).

W układach rotujących różnicowo, w których prędkość rotacji zmienia się z odległością od osi obrotu, linie sił poloidalnego składnika pola magnetycznego ulegają rozciąganiu. Produkowane jest w ten sposób pole toroidalne (ramka 3). Rys. 5(a) przedstawia rzut powierzchni sferycznej konfiguracji (np. Słońca) na płaszczyznę. Widać, że jeśli obszary równikowe obracają się szybciej niż okołobiegunkowe, linia poloidalnego pola naciągana jest w kierunku azymutalnym. Dodatkowo taki mechanizm daje pole toroidalne o przeciwnych kierunkach na obu półkulach, co zgadza się niewątpliwie z obserwacjami słonecznymi. A zatem generacja toroidalnych pól magnetycznych w ciałach różnicowo rotujących z poloidalnym polem nie stanowi problemu. Jak jednak jest wzmacniany składnik poloidalny?²

Turbulencja — klucz do zagadki

W 1955 r. Parker zaproponował mechanizm generacji magnetycznego pola, zwany dynamem turbulentnym (ramka 3). Turbulencją nazywamy chaotyczne, przypadkowe ruchy gazu w obszarach o małych skalach (tzw. komórki turbulentne). Jeśli w obiekcie astrofizycznym, oprócz różnicowej rotacji, mamy do czynienia z turbulentnymi ruchami konwek-



Rys. 5. (a) Rozciąganie początkowo poloidalnego pola magnetycznego (linia oznaczona przez 0) do kolejnych azymutalnych pozycji (1 i 2) przez różnicową rotację (poziome wektory). (b) Tworzenie poloidalnego strumienia z toroidalnego przez ruchy unosząco-skręcające

tywnymi, wówczas wznoszące się elementy plazmy wyciągają wmrzone w nią pole toroidalne. Kiedy taki element się unosi, eksplanduje na skutek malejącego ciśnienia otaczającego gazu, co z kolei powoduje jego obrót pod wpływem siły Coriolisa (wynikającej z rotacji obiektu). Tego typu przepływy materii mają naturę *helikalną* (spiralaną). Konsekwencją helikalnego turbulentnego ruchu gazu jest skręcanie linii toroidalnego pola magnetycznego prowadzące do uformowania zgodnie skręconych pętli magnetycznych, co pokazuje rys. 5(b). Tak wyprodukowa-

Ramka 1.

Cykł słoneczny

Plamy słoneczne z przeciwnymi polaryzacjami magnetycznymi często pojawiają się parami, co oznacza istnienie silnego podpowierzchniowego pola w kierunku azymutalnym \mathbf{B}_ϕ (rys. 1). [ϕ we współrzędnych sferycznych jest kierunkiem wokół osi rotacji (długość heliograficzna, rys. 4).] Jednocześnie polaryzacja par plam na północnej półkuli słonecznej jest przeciwna względem par plam na południowej półkuli, tzn. jeśli prawa plama na półkuli północnej ma polaryzację dodatnią, prawa plama na półkuli południowej spolaryzowana jest ujemnie. Świadczy to o przeciwnych kierunkach linii pola magnetycznego na obu półkulach.

Słońce przechodzi cykl zmian polaryzacji magnetycznej o okresie 11 lat (o naturze aktywności słonecznej pisał ostatnio mgr Bartosz Dąbrowski w *Uranii-Postępach Astronomii* nr 2/2004). W ciągu tego cyku istnieje okres, gdy widać niewiele plam, a następnie pojawiają się one na około 40° szerokości heliograficznej. Wyraźnie jest to zaznaczone na diagramie motylkowym (rys. 2). Taki motylkowy wzór wynika z migracji plam słonecznych w kierunku równika, gdzie ostatecznie plamy zanikają. Cykl rozpoczyna się na nowo, lecz polaryzacja par plam słonecznych odwraca się względem poprzedniej. Obserwacje tych zmian sugerują, że \mathbf{B}_ϕ na obu półkulach rozchodzi się niczym fala w kierunku równika i zmienia swój kierunek w ciągu 11-letniego cyku.

Hydro- i magnetohydrodynamika

Hydrodynamika bada zachowanie się ośrodka ciągłego, jakim jest ciecz, gaz czy plazma, poddanego działaniu określonych sił. Posługuje się przy tym prawami zapisanymi w postaci zwartej układu równań opisującego ewolucję gęstości masy ρ (równanie ciągłości), energii (równanie energii) oraz prędkości v (równanie ruchu) w czasie t . Równania te wyrażają prawa zachowania odpowiednio masy, energii i pędu i zapisuje się je w postaci różniczkowej.

W opisie ośrodka ciągłego często stosuje się dodatkowe założenia. Założenie stacjonarności oznacza, że w danym punkcie niezależnie od ruchu, dana wielkość fizyczna (np. prędkość) nie zmienia się w czasie. Natomiast osiowosymetryczny przepływ to brak zmian danej wielkości w kierunku wokół osi obrotu układu.

Kiedy w ośrodku jest pole magnetyczne, opisujemy je równaniem indukcji

$$\frac{d\mathbf{B}}{dt} = (\mathbf{B} \cdot \nabla)v + \eta \nabla^2 \mathbf{B}$$

Równanie to jest konsekwencją praw Ampére'a, Faradaya i Ohma (fundamentalnych w elektrodynamice) i charakteryzuje pole magnetyczne \mathbf{B} w polu prędkości v . [d/dt oznacza pochodną po czasie, a ∇ (czyt. nabla) wektorowy operator różniczkowy w przestrzeni. Znak „.” oznacza iloczyn skalarny]. Współczynnik η jest dyfuzją magnetyczną (opornością molekularną), która określa stopień sprzężenia pola z plazmą. Jeśli w rozważanym ośrodku dyfuzję można zaniedbać (znika drugi wyraz po prawej stronie powyższego równania), mówimy, że pole \mathbf{B} jest wmróżone w plazmę (sprzężenie jest silne) i „porusza” się wraz z nią. [Wmróżenie pola w plazmę zobrazować można następująco. Wyobraźmy sobie bryłkę plasteliny (plazma), w której zatopiona jest elastyczna nitka (linia pola magnetycznego). Jeśli będziemy odkształcać plastelinę (ruch plazmy), to nić będzie się poddawać odkształceniom.] W przeciwnym wypadku, gdy dyfuzja jest dominująca w ośrodku (znika pierwszy wyraz po prawej stronie równania indukcji), pole niejako „ucieka” z układu.

Pole magnetyczne wpływa oczywiście na ewolucję prędkości i energii gazu. W równaniu energii pojawia się dodatkowe źródło grzania, zaś w równaniu ruchu pojawia się dodatkowy składnik — siła Lorentza $\sim j \times \mathbf{B}$. [Znak „ \times ” oznacza iloczyn wektorowy.] Natężenie prądu na jednostkę powierzchni, czyli gęstość prądu j jest ściśle związana z polem \mathbf{B} . Powyższe równanie, wraz z równaniem ciągłości, energii i ruchu, stanowi podstawę magnetohydrodynamiki (MHD).

ne pętle dają przyczynki do średniego poloidalnego pola magnetycznego.

Rys. 6 podsumowuje główną jakościową ideę opisanego mechanizmu. Obecna w obszarach konwektywnych turbulentna dyfuzja ostatecznie „wygłaźnia” pole magnetyczne w pętlach, dając początek globalnemu polu magnetycznemu zaznaczonemu linią przerywaną na rys. 6(c). Dyfuzja turbulentna sprawia, że strumień średniego pola magnetycznego nie jest całkowicie wmróżony w plazmę i jego część wydostaje się na zewnątrz układu, co jest konieczne do wzmacniania średniego pola.

Poloidalne i toroidalne pola magnetyczne mogą zatem wzajemnie się wzmacniać poprzez cykliczne procesy zasilania — różnicową rotację ω i przepływ helikalny α . Stąd też opisywany mechanizm jest zwany kinematycznym dynamem $\alpha\omega$ (ramka 3).

Magnetohydrodynamika średniego pola

Formalne i systematyczne podejście do problemu dynamo rozwinięli w 1966 r. Steenbeck, Krause i Rädler w magnetohydrodynamicznej teorii średniego pola. Wymyślili oni schemat, który pozwala traktować turbulencję w kontekście statystycznego zespołu wielkości fizycznych, takich jak prędkość i pole magnetyczne, poddanych fluktuacjom. Taką wielkość, na przykład pole \mathbf{B} , można

zapisać jako sumę części uśrednionej oraz części zaburzającej: $\mathbf{B} = \bar{\mathbf{B}} + \mathbf{B}'$. Podstawiając takie rozwinięcie do równania indukcji i uśredniając całe równanie, wywnioskujemy z niego istnienie tzw. średniej siły elektromotorycznej turbulencji.

Działa ona jak dodatkowe źródło średniego prądu i wpływa znacząco na ewolucję pola magnetycznego. W ten sposób turbulentne fluktuacje zapoczątkowują specjalną siłę elektromotoryczną. Cały sekret turbulentnego dynamo kryje się właśnie w tej wielkości.

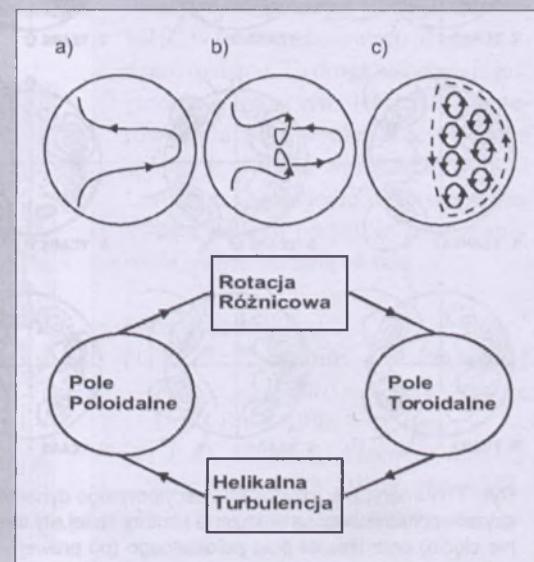
Aby znaleźć równanie, które w przedstawionej teorii opisuje ewolucję średniego pola magnetycznego $\bar{\mathbf{B}}$ dokonuje się szeregu założeń. Między innymi zakładamy, że zaburzające pole prędkości i pole magnetyczne są ze sobą skorelowane (zaburzenie prędkości wpływa na zaburzenie pola magnetycznego). Warunkiem jest również znajomość średniego pola prędkości v i statystycznych właściwości jego fluktuacji. Przymijmy też, że turbulencja jest jednakowa we wszystkich kierunkach (izotropowa). Ostatecznie dostaniemy zgrabne równanie na ewolucję średniego pola ma-

gnetycznego w teorii dynamo kinematycznego:

$$\frac{d\bar{\mathbf{B}}}{dt} = (\bar{\mathbf{B}} \cdot \nabla)\bar{v} + \nabla \times (\alpha \bar{\mathbf{B}}) + (\eta + \eta_T) \nabla^2 \bar{\mathbf{B}}. \quad (1)$$

Parametry α i η_T zależą od statystycznych właściwości turbulentnego pola prędkości.

Równanie to pokazuje, że η_T ma naturę współczynnika dyfuzji. Jest to właściwie tzw. dyfuzja turbulentna, która dla wielu układów astrofizycznych okazuje się być wiele rzędów wielkości większa od oporności molekularnej η w obszarach turbulentnych.



Rys. 6. Kolejne etapy procesu dynamo turbulentnego oraz schematyczna prezentacja idei

Współczynnik α , będący miarą ruchu helikalnego w płynie turbulentnym, jest decydujący w procesie dynamo generacji pól magnetycznych. To właśnie przepływ helikalny prowadzi do skręcania toroidalnego pola, produkując składnik poloidalny.

Dużym uproszczeniem jest traktowanie turbulencji jako izotropowej (w słonecznej strefie konwektywnej jest ona daleka od izotropowości), co jednak ułatwia nam obliczenia analityczne. Tak naprawdę trudność sprawia teoretykom policzenie współczynników α i η_T z podstawowych zasad, a rzędy wielkości tych parametrów są uzyskiwane na podstawie bardzo ogólnych dyskusji.

Turbulencja pozostaje jednym z poważniejszych nie rozwiązanych dotychczas problemów fizyki, a w teorii dynamo odgrywa kluczową rolę. Często uważa się, że turbulencja niszczy wszelki ład, ale proces dynamo jest przykładem sytuacji, w której wielkoskalowe uporządkowane struktury wyłaniają się niejako z niej samej.

Mały test

Odpowiednie potraktowanie równania (1) pozwala potwierdzić słuszność prezentowanej teorii w zastosowaniu do pola magnetycznego na Słońcu. Statystyka plam słonecznych pokazuje tendencję do migracji w kierunku równika, co oznacza, że w trakcie cyklu pole

rozchodzi się niczym fala. Ścisły rachunek czytelnik znajdzie na przykład w pozycji [5] podanej na końcu literatury, zaś tutaj przytoczymy jego wynik. Otóż takie zagadnienie charakteryzuje wielkość zwana liczbą dynamo N_D , wyrażoną jako

$$N_D = \left(\frac{\tau_{\text{dyfuzji}}}{\tau_{\text{dynamo}}} \right)^2,$$

czyli stosunek skali czasowych: zaniku (wskutek dyfuzji turbulentnej) pola magnetycznego i jego wzmacniania (w procesie dynamo). Na Słońcu obserwujemy stopniowy wzrost poloidalnego składnika pola magnetycznego, potem jego osłabienie, a następnie znów wzrost w okresie 22 lat. Oscylacyjny charakter procesu wymaga, aby $|N_D| > 1$. Wówczas okres zmian jest

$$\tau \approx \frac{1}{\eta_T} \left(\frac{\lambda}{2\pi} \right)^2$$

z λ będącą charakterystyczną długością fal. Podstawiając oszacowane z obserwacji parametry $\eta_T \approx 3 \times 10^{12} \text{ cm}^2 \text{ s}^{-1}$, $\lambda \approx 5 \times 10^{10} \text{ cm}$, otrzymamy $\tau \approx 20 \text{ lat}$, co jest porównywalne z obserwowanym okresem słonecznego cyklu 22 lat.

Inne wyniki kinematycznego dynamo

Aby wykazać, że kinematyczne dynamo $\alpha\omega$ faktycznie działa na Słońcu i w galaktykach, należy numerycznie

rozwiązać ogólny problem wartości własnych równania (1), zakładając odpowiednie warunki brzegowe. Następnie trzeba porównać rezultat z obserwowanymi cechami globalnych pól magnetycznych w tych obiektach. Oto parę przykładów takich rozwiązań uzyskanych we wczesnym okresie teoretycznych badań nad mechanizmem.

Rys. 7 pokazuje ogólne rozwiązanie równań dynamo kinematycznego w geometrii sferycznej, przy założeniu pewnej funkcjonalnej postaci współczynnika α i prędkości kątowej ω . Widoczny jest charakterystyczny układ linii globalnego pola magnetycznego, jego oscylujące zachowanie, a szerokościowa migracja generowanych pól jest podobna do tej obserwowanej na Słońcu.

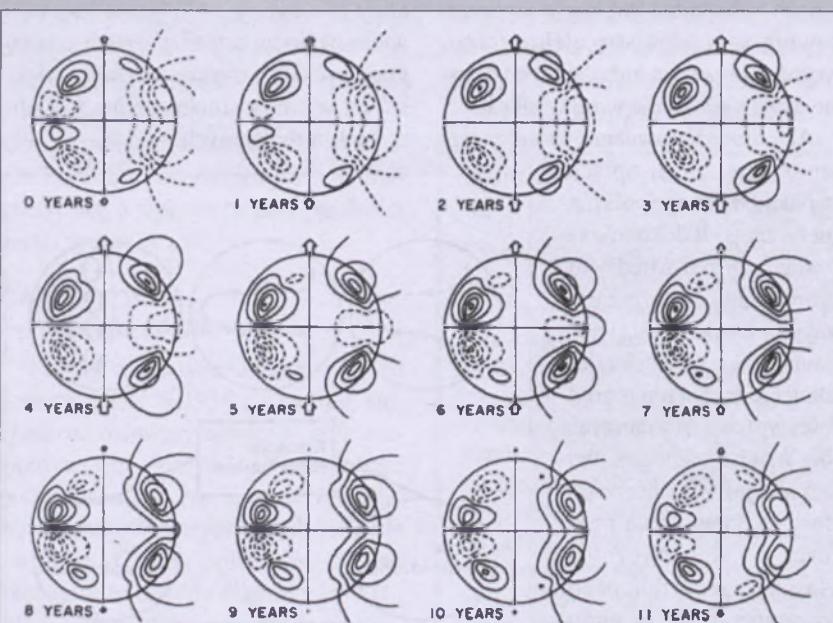
Na rys. 8 przedstawiony jest teoretyczny diagram motylkowy oparty na rozwiązaniach równań dynamo. Obserwowany wzór motylkowy (rys. 2) jest całkiem dobrze odwzorowany.

Odnośnie galaktycznego pola magnetycznego, na początku lat 70. został skonstruowany model dynamo utrzymującego pole osiowosymetryczne w galaktykach spiralnych (o galaktycznym dynamie magnetohydrodynamicznym pisała dr Katarzyna Otmianowska-Mazur w *Postępach Astronomii* nr 1/1993). Rys. 9 prezentuje jeden z wyników ukazujących trójwymiarowy rozkład pola magnetycznego w galaktyce, który wyjaśnia obserwowaną konfigurację pokazaną na rys. 3. Podobne wyniki otrzymano także, uwzględniając efekt kompresji gazu i pola magnetycznego przez fale gęstości w ramionach spiralnych. Okazało się, że mechanizm dynamo jest bardziej efektywny w tych rejonach.

Uwagi końcowe

Chociaż zaprezentowane podejście dynamo kinematycznego dało nam dużo mówiące wyniki, to wciąż jesteśmy daleko od prawdziwie ilościowego modelu dynamo w astrofizycznym Wszechświecie.

Wiele uwag poświęcono kwestii fundamentalnych trudności w teorii słonecznego dynamo. Po pierwsze podkreślono, że pojedyncze tzw. cienkie rury magnetyczne w strefie konwektywnej unoszą się wskutek wyporności bardzo szybko, bo w skali jednego miesiąca, co jest zbyt krótkim okresem na utrzymanie pola w mechanizmie dynamo.



Rys. 7. Numeryczne rozwiązanie oscylacyjnego dynamo $\alpha\omega$. Na 12 cięciach w płaszczyźnie południkowej są pokazane kontury stałej siły toroidalnego pola (po lewej stronie cięcia) oraz linie sił pola poloidalnego (po prawej). Strzałki wskazują siłę i znak pola na biegunach. Skala czasowa wynosi 11 lat, czyli połowę cyklu słonecznego. (źródło: Stix, 1976)

Ponadto heliosejsmologiczne obserwacje sprzed dekady ujawniły, iż główna strefa konwektywna rotuje z powierzchnią Słońca prawie nieróżnicowo. Te problemy w teorii zostały niejako rozwiązyane poprzez przeniesienie akcji dynamo ze strefy konwektywnej do jej podstawy, bliżej jądra, gdzie wyporność magnetyczna jest mała, a radialny gradient rotacji znaczny.

Badania procesów nieliniowych z połowy lat 90. pokazały dodatkowo, że dokładna natura wzajemnego oddziaływania pola magnetycznego i ruchu plazmy nie sprawdza się wyłącznie do jego powstrzymywania, lecz posiada bardziej subtelny efekt w postaci „zapamiętania” ruchu płynu. To oznacza, że podstawowe założenie teorii kinematycznego dynamo nie może być dłużej usprawiedliwione.

Jako inny wariant w stosunku do dynamo średniego pola zaproponowano teorię *dynamo cienkich rur* strumienia magnetycznego, gdzie pole jest lokalizowane we włóknistej strukturze w odróżnieniu od pola rozciągniętego zakładanego w teorii dynamo klasycznego. Takie podejście wynikło z obserwowanych własności słonecznych pól magnetycznych silnie skoncentrowanych w wydłużonych konfiguracjach, a potwierdzeniem jego stosowności są obliczenia wyjaśniające wiele cech plam słonecznych.

W podstawowych studiach nad procesem dynamo wskazano istnienie odmiennego – w stosunku do klasycznego – typu tego mechanizmu: *szbkiego dynamo*, którego elementem jest zjawia-

Ramka 3.

Dynamo $\alpha\omega$

Twierdzenie Cowlinga możemy zrozumieć, rozpatrując równanie indukcji. Na Słońcu równikowe obszary obracają się szybciej niż biegunowe, a taka różnicowa rotacja wyciąga czysto poloidalne pole \mathbf{B}_p i tworzy strumień toroidalny \mathbf{B}_ϕ . Zakładając pola osiowsymetryczne $\mathbf{B} = \mathbf{B}_\phi + \mathbf{B}_p$ oraz $\mathbf{v} = \mathbf{v}_\phi + \mathbf{v}_p$, składową azymutalną równania indukcji możemy zapisać (we współrzędnych sferycznych) jako

$$dB_\phi/dt = r\mathbf{B}_p \times \nabla(v_\phi/r)$$

plus oczywiście wyraz związany z dyfuzją składnika toroidalnego, którego dla przejrzystości tu nie zapisujemy. [v_ϕ to wartość składowej azymutalnej prędkości, zaś r — kierunek radialny]. Równanie to pokazuje, że \mathbf{B}_p może być wytworzone z \mathbf{B}_p na skutek rotacji — wyraz po prawej stronie tego równania zawiera iloczyn \mathbf{B}_p i tzw. efektu ścinania prędkości kątowej $\omega \equiv v_\phi/r$. Dlatego proces produkujący \mathbf{B}_p z \mathbf{B}_p w trakcie różnicowej rotacji nosi miano efektu ω (omega).

Trudność z polem osiowsymetrycznym polega na tym, że składnik poloidalny nie może być utrzymany. Okazuje się bowiem, że w składowej poloidalnej równania indukcji brak jest wyrazu pozwalającego na formowanie \mathbf{B}_p z \mathbf{B}_ϕ . Oznacza to w tym przypadku, że składnik poloidalny zanika (na rzecz pola toroidalnego) i nie jest generowany poprzez przepływy osiowsymetryczny.

Rozwiązaniem problemu okazało się być chaotyczne pole prędkości. Parker (1955) wymodelował sumaryczny efekt wielu turbulentnych komórek konwektywnych, dodając do poloidalnej części równania indukcji wyraz $\alpha\mathbf{B}_\phi$, wynikający z helikalnej konwekcji. Efekt pochodzący od tego wyrazu nazywany jest efektem α (alfa). To właśnie dzięki niemu poloidalne pole magnetyczne \mathbf{B}_p może być generowane przez składnik toroidalny \mathbf{B}_ϕ .

Kiedy oba zjawiska — rotacja i konwekcja — są istotne, wówczas mamy do czynienia z dynamo $\alpha\omega$ i charakteryzuje ono pole magnetyczne na Słońcu i w Galaktyce. Z kolei mechanizm z samym efektem α (gdy rotacja różnicowa jest słaba) nazywamy dynamem α^2 i związanego jest z ziemskim polem magnetycznym.

sko szybkiej rekonesji (przełączania) pola magnetycznego.

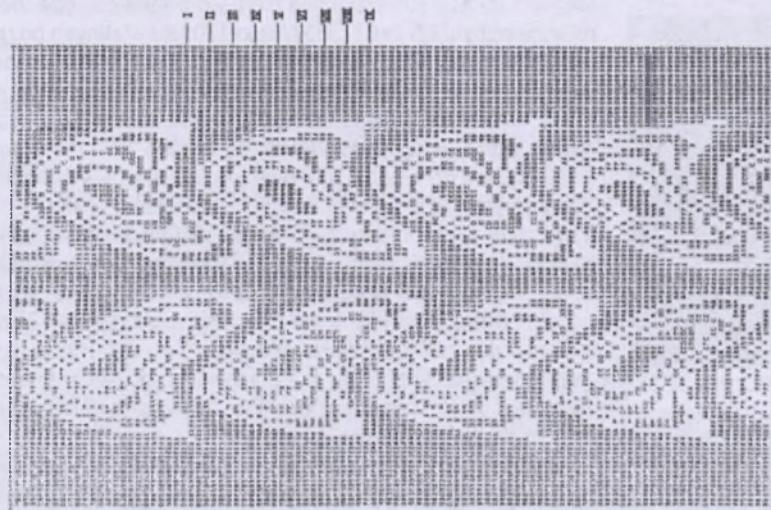
Z teorią dynamo galaktycznego, choć rozwijaną w ostatnich latach, są podobne problemy związane z założeniami dynamo kinematycznego i średniego pola. Złożoność zagadnienia potęguje

efekty wybuchów supernowych, wielofazowość międzygwiazdowego gazu, promieniowania kosmicznego itd.

Ze względu na wymienione ograniczenia podejścia kinematycznego, próbuje się od jakiegoś czasu zaatakować problem za pomocą numerycznego rozwiązywania pełnego układu równań MHD w teorii nieliniowego (dynamicznego) dynamo. Tą drogą turbulencja jest produkowana w symulacjach komputerowych, a pole prędkości jest liczone spójnie z efektem wprowadzonych sił Lorentza. Omówienie dość obszernej kwestii takiego podejścia zostawiamy sobie jednak na inną okazję.

Literatura:

- [1] A. R. Choudhuri, *The Physics of Fluids and Plasmas*, Cambridge Univ. Press 1998.
- [2] J. D. Jackson, *Elektrodynamika klasyczna*, PWN, Warszawa 1982.
- [3] E. N. Parker, *Hydromagnetic Dynamo Models*, ApJ 1955.
- [4] E. R. Priest, *Solar Magnetohydrodynamics*, Reidel Pub. Comp. 1984.



Rys. 8. Diagram motylkowy uzyskany przez numeryczne rozwiązanie równań dynamo. (źródło: Yoshimura, 1975)



Rys. 9. Jeden z wcześniejszych modeli galaktycznego dynamo. (źródło: Fujimoto i Sawa, 1990)

[5] T. Tajima, K. Shibata, *Plasma Astrophysics*, Addison-Wesley Reading 1997.

[6] Astrofizyczna baza danych NASA:
<http://adswww.harvard.edu>.

Rafał Kosiński jest doktorantem w Centrum Astronomii Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu. Tematem jego zainteresowań są magnetohydrodynamiczne zagadnienia astrofizyki

rozmaitości

Wykopana supernowa

Wiele gwiazd neutronowych przemieszcza się po niebie z niebagatelnymi prędkościami. Impuls do takiej podróży pochodzi zapewne z niesymetrycznego wybuchu jako supernowa, w wyniku którego otrzymuje sporą prędkość początkową. Bardzo kłopotliwe jest zazwyczaj określenie punktu startowego całej odysei, czyli miejsca narodzin gwiazdy neutronowej. Wreszcie udało się znaleźć przypadek, co do którego prawie nie ma wątpliwości, iż znany port macierzysty gwiazdy.

Nasza bohaterka ma nadane przez astronomów oznaczenie LS I +61°303. Jest to tak zwany mikrokwazar, czyli układ, w którym gęsty i zwarty obiekt — gwiazda neutronowa lub czarna dziura — „wysysa” materię z towarzyszki będącej zwykłą gwiazdą. W tym konkretnym przypadku gwiazda zwykła ma około 14 mas Słońca, a nienasycony „żarłok” to najprawdopodobniej czarna dziura o masie około 2 mas Słońca, obiegająca „wspólnika” z okresem 26,496 dnia. Pochłaniana przez niego materia tworzy gorący dysk akrecyjny, świecący

Tabela

Wybrane charakterystyki LS I +61°303 oraz IC 1805

	LS I +61°303	IC 1805
położenie:		
l [°]	135,68	134,73
b [°]	+1,09	+0,92
ruch własny [milisekundy łuku/rok]		
μ_α	$0,97 \pm 0,26$	$-1,02 \pm 0,4$
μ_δ	$-1,21 \pm 0,3$	$-0,88 \pm 0,4$
odległość [kpc]		
prędkość w układzie heliocentrycznym [km/s]	$2,3 \pm 0,4$	$2,3 \pm 0,1$
typ widmowy	-55 ± 4	$-41,2 \pm 3$
średnia separacja składników [prom. Słońca]	46	—
ekscentryczność układu	$0,7 \pm 0,1$	—
okres obiegu [dni]	26,495	—

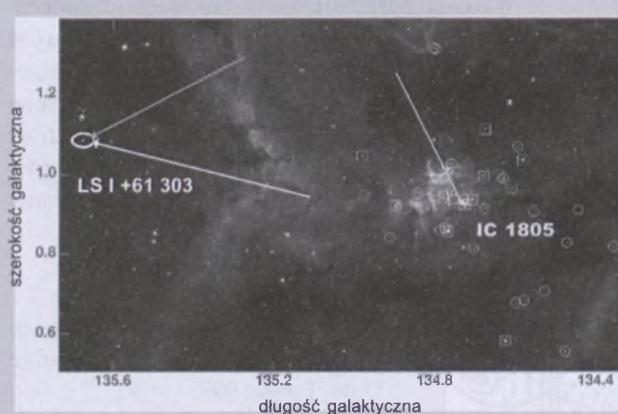
w zakresie rentgenowskim i wytwarzający dżety widoczne na falach radiowych. Sam układ jest najpewniej niezidentyfikowanym wysokoenergetycznym źródłem gamma, obserwowanym parę lat temu.

Cały układ porusza się z prędkością około 27 km/s, w odległości 2,3 kiloparseka od Słońca. Jako bardzo prawdopodobne miejsce narodzin mikrokwazara wskazuje się gromadę masywnych gwiazd i obszar HII określany mianem IC 1805, będące częścią asocjacji Cas OB6. Na fakt minionej przynależności do IC 1805 wskazuje nie tylko bliskość obecnego miejsca pobytu LS I +61°303 (około 130 lat świetlnych od gromady), ale również jasność widoma i wskaźniki widmowe „dawcy” paszące do charakterystyk masywnych członków gromady. Łącząc ze sobą te wszystkie wskazówki, można oszacować, iż wybuch supernowej nastąpił jakieś 1,7 mln lat temu.

Pierwotna dominacja masowa w układzie była odwrotna. To dzisiejsza „konsumująca” część mikrokwazara była masywniejsza. Jak bardzo — to wciąż jest jeszcze niepewne. Niektóre przesłanki wskazują na bardzo krótką w sensie astronomicznym karierę progenitora. Jeśli powstał on faktycznie dopiero 4 lub 5 mln lat temu, to mógł mieć nawet 60 mas Słońca i do czasu wybuchu pozbyć się do 90% „nadwagi”. Jeśli jednak data narodzin jest odleglejsza, powiedzmy jakieś 10 mln lat temu, wówczas początkowo gwiazda ta była „jedynie” 15 do 20 razy masywniejsza od Słońca.

Opisany pokrótko obiekt daje wielkie nadzieję na doprecyzowanie teorii opisujących zarówno ewolucję gwiazd skazanych na wybuch jako supernowa, jak i samego tego procesu, gwałtownego i okrutnego, acz niewątpliwie niezwykle widowskiego.

(mag)



Położenie mikrokwazara LS I +61°303 na zdjęciu (w zakresie optycznym) zaznaczono elipsą po lewej. Góra strzałka wskazuje kierunek jego ruchu na niebie w ciągu ostatniego miliona lat, a dolna — analogiczny ruch względem gromady IC 1805. Gwiazdy o masach 7–85 mas Słońca, co do których jest pewność, że należą do tej gromady, zaznaczono kółkami i kwadratami, a strzałką — średni ruch jej 13 gwiazd (w kwadratach). Fot. NRAO/AUI/NSF

Plamy, cykle i minima

Radosław Rek

Ksiązka Słońce Jana Mergentalera wzmiankuje opisane w kronikach chińskich plamy widoczne bez lunety. W roku 1139 podobnej obserwacji dokonał wyszehradzki kanonik Cosmas. Podczas maksimum cyklu XXIII sześciokrotnie (28.03.00, 23.05.00, 26.08.01, 16.07.02, 12.09.02, 20.09.02) udało mi się zaobserwować grupy plam, korzystając jedynie z takiej folii, jakiej się używa do obserwacji zaćmień Słońca. Być może niektóre z nich byłyby widoczne na tle czerwonej tarczy zachodzącego Słońca.

W 1843 r. Samuel Schwabe odkrył cykl aktywności Słońca podczas minimum między historycznym cyklem VIII i IX w wyniku analizy obserwowanej liczby plam. Liczbę Wolfa jako miarę aktywności zdefiniowano później, w roku 1849. Zmiany tej liczby udało się oszacować do roku 1600 na podstawie obserwacji optycznych i do roku 1200, korzystając z dendrochronologii. Wyniki porównano z częstotliwością występowania zór z polarnych.

Te, wbrew obiegowym opiniom, pojawiały się często w trakcie minimów. W okresie zwanym Minimum Maundera obserwowano ich ponad sto z terenu Środkowej Europy, zdecydowanie więcej niż w trakcie wcześniejszego Minimum Spörera. Korzystając z aktywności zorowej ustaloną długotrwałość cykli obserwowanych pomiędzy obydwoema minimami na 8 do 15 lat.

Aktywność ta na początku wieku XVIII wyraźnie wzrosła — tak przedstawia tę kwestię katalog sporządzony przez H. Fritza. Zwiększona częstotliwość pojawiania się zór potwierdzały wartości liczby Wolfa takie, jakie znalazły się w tablicach Waldmeiera.

Dla cykli po roku 1700 są one dwukrotnie wyższe niż w innych publikacjach. Minimum to mogłoby być zatem o kilkanaście lat krótsze. Liczba Wolfa dla pierwszego cyklu osiemnastowiecznego jest nawet wyższa niż dla cykli rozpoczętych wiek XIX, a tworzących krótkotrwałe i mniej znane Minimum Daltona.

Plamę na Słońcu obserwował w trakcie minimum w roku 1671 G.D.Cassini. Wydawca opisu obserwacji w *Philosophical Transactions of the Royal Society* opatrzył publikację wstępem, że podobne zjawisko obserwowano 11 lat (?) wcześniej. Cassini cytuję także późniejsze obserwacje J. Picarda z lat 1672—1677 oraz Ph. Lahire z lat 1684—1700. Podczas 4095 dni obserwacyjnych obserwowali plamy 83 razy. Natomiast wg R.Wolfa (lub jego następców w obserwatorium w Zurychu — tzn. Brunnera lub Waldmeiera) plamy obserwowano 364 razy w okresie czasu jedynie między rokiem 1674 a 1683 (w ciągu 1678 r. 134 razy, w roku 1682 i 1683 po 93 razy). W roku 1684 plamę na Słońcu obserwował astronom królewski J.Flamsteed jako kolejną po obserwacji z roku 1676. Wszystkich obserwacji dokonano z wykorzystaniem lunet. Według kronik astronomów z obserwatorium na Górze Purpurowej pod Nankinem plamy na Słońcu bez pomocy teleskopu były widywane do roku 1684.

Zorce a aktywność słoneczna

Prezentowaną na kolorowej wkładce PA zorzę widoczną w roku 1998 we Fromborku sfotografowano podczas burzy magnetycznej o wyraźnych zmianach magnetyzmu ($Ap=144$). Większość takich obserwacji jest możliwa

Zdjęcie plam słonecznych wykonane przez Marcina Filipka 19 czerwca 2004 r. o godz. 16.16 UT, czas naśw. 1/1000 s, obiektyw MTO-1000 z dwoma konwerteryami i jednym pierścieniem ($f > 4000$ mm), negatyw Fuji G800, aparat Praktica MTL50 z użyciem filtra chromowego

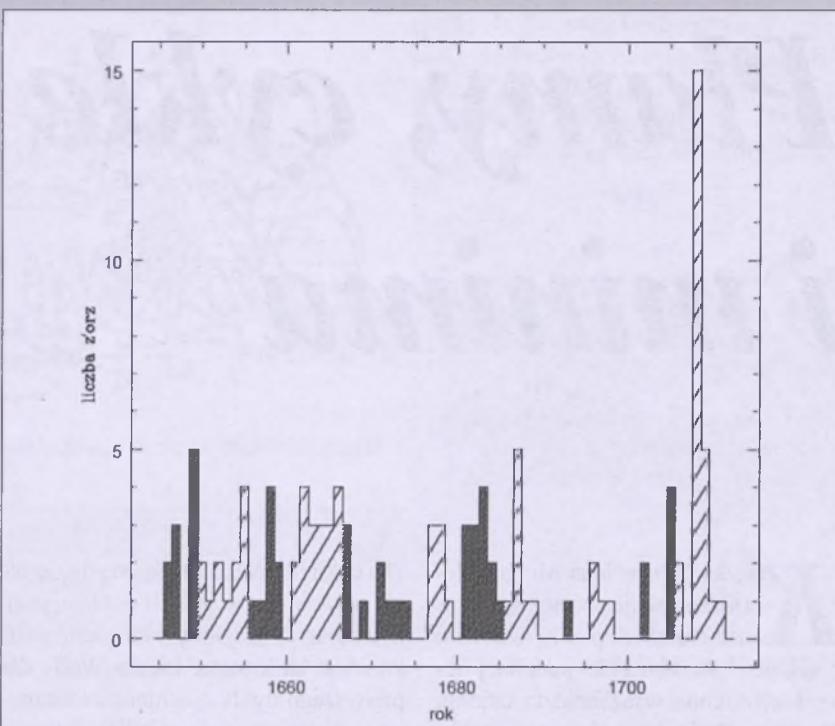
właśnie wtedy. Niektóre zdarzają się podczas tzw. zatok, gdy pole magnetyczne jest zakłócane lokalnie po zmierzchu a przed północą. Zorzę taką obserwowałem w Polsce 31 lipca 1999.

W okresie maksimum cyklu XIX w latach 1957—1958 miało miejsce kilkanaście obserwacji zorzy polarnej z terenu Polski. Zorze te znalazły się w cyklu sporządzanych przez Stefanię Kosibową katalogów, w których można odnaleźć obserwacje przeprowadzone zarówno w trakcie burz magnetycznych, jak i zatok.

Cykł XIX to także spektroskopowa rejestracja zorzy na średniej szerokości geomagnetycznej w warunkach spokoju w magnetyzmie ($K_p=2$) w roku 1958 i eksperymenty z ogrzewaniem plazmy wskutek detonacji w jonusferze, które spowodowały świecenie zorowe przy jeszcze niższej aktywności magnetycznej ponad Nową Zelandią (1962) oraz Samoa (1958).

William Petrie w *Historii zorzy polarnej* przedstawia listę kilkunastu historycznych zór, które były obserwowane na szerokościach geograficznych około 30° . Nie wspomina o tym, że w roku 1872 obserwowało je w Indiach, w 1909 r. w Singapurze (ta obserwacja jest kwestionowalna ze względu na oryginalny zapis dotyczący jedynie wzburzeń w kablach) a w 1921 na Samoa. Zorze zdarzało się obserwować na Cejlonie, gdzie nazywa się je „światłami Buddy”. Kroniki azteckie opisują zorze podobne zjawiska obserwowane przez 40 dni. Ze względu na swą długotrwałość należy je interpretować jako światło zodiakalne. Zorze pojawiające się na niskich szerokościach są mniej kolorowe, mniej intensywne i powoli zmieniają kształt — przykładem zorza widocznej przez ponad 8 godzin w Warszawie z 22 na 23 listopada 2003 r. (do końca, tzn. do godziny 1.18 była niezmiennego białego koloru; wg klasyfikacji W. Petrie byłby to podwójny łuk a pod koniec widoczności łuk).

Porównanie wskaźników magnetycznych pozwala stwierdzić, że w wieku XX osiągały one większe wartości. Wskazuje to na możliwość występowania cyklu trwającego 80 do 90 lat. Podobną cykliczność odnajduje się, analizując przypadki zór w zapiskach kronikarskich. Inne, wyłaniające się z danych okresy, to 60–65, 55 oraz 200–400 lat. Tego rodzaju okresowość



Rys. 1. Liczba zór obserwowanych z terenu Środkowej Europy w latach 1645–1712

w skali nie przekraczającej lat 50 jest różna w różnych stuleciach i w wieku XVII cykl 11-letni jest słabiej widoczny.

Wart odnotowania jest fakt, że obserwacje zór przeprowadzone w okresie Minimum Maundera odtwarzają wspólnie obserwowaną asymetrię cyklu 11-letniego odkrytą przez H. Fritza (szczególnie po 1660, 1675, 1693 i 1705 r.). W trakcie trwającego od 1645 do 1712 r. okresu zmniejszonej aktywności nie udało się mimo wysiłków dostrzec zorzy Edmondowi Halleyowi, co należałoby tłumaczyć np. lokalnym klimatem. Od 1947 r. wiadomo, że i jasność komety odtwarza aktywność słoneczną (F. Link), dostarczając przesłanek za istnieniem cyklu trwającego 600 lat. Datowanie radiowęglowe wskazuje na największy niedobór izotopu węgla po Minimum Wolfa, potwierdzając tym samym słoneczną a nie geofizyczną naturę minimów.

Zorze dzienne

Według Williama Petrie opisy takich zór publikowano w „Nature” w latach 1870—1875. Przykładem jest zdarzenie z roku 1122, kiedy wielu rybaków po powrocie z morza opowiadało, że *widzieli na północnym wschodzie wzduż ziemi wielki i szeroki ogień, szybko wzrastający ku górze w rozległych kierunkach nieba*. Zjawisko było widoczne świtem i trwało tak długo, dopóki nie zrobiło się całkiem jasno. W roku 1871 członko-

wie kadry Obserwatorium Królewskiego w Greenwich odnotowali obserwacje zór w południe, zaś nie wymieniony z nazwiska znany badacz Arktyki stwierdził, że często obserwował dzienne światła i te były niezmiennie karmażynowego koloru. W roku 1881 opisano świecenia widoczne w Rzymie od godziny 10 przed południem.

Precesja dipola słonecznego

Wartości rocznej liczby Wolfa i podobnie uśrednionego dobowego wskaźnika dla magnetyzmu są względem siebie nieco przesunięte. Znajduje to wytłumaczenie w precesji dipola słonecznego, którego oś w kilka lat po maksimum tworzy największy kąt z osią rotacji sięgający 30° . W 1,5 roku po zakończeniu maksimum magnetyzm ziemski jest efektywnie zaburzany nawet przy niskiej liczbie Wolfa wskutek emisji cząstek z obszaru dziur koronalnych. Wówczas to obserwowało najjaśniejsze zorze na bardzo niskich szerokościach geograficznych. Efekt ten odkrył H. Fritz w roku 1864.

Inżynierowie z Minnesota Power Electric, zajmujący się badaniami prądów indukowanych tzw. GIC, nieoczekiwane stwierdzili największe wzburzenia w 3 lata po maksymum.

Stale nachylenie płaszczyzny równika słonecznego do ekliptyki równe 7° powoduje zaburzenia magnetyczne

w okresie bliskim równonocy przez plazmę wypływającą z dziur koronalnych bliskich biegunom. Jest to fakt statystycznie potwierdzony. Co roku obserwuje się najwięcej burz magnetycznych właśnie w tym okresie czasu. Jednak aktywność ta nie zawsze jest powodowana przez dziury. W roku 1998 każdej z burz dałoby się przypisać wcześniejsze wydarzenie w postaci rozbłysku.

Przelot sondy pozaekliptycznej Ulysses potwierdził wyższą w obszarze bliskim biegunom prędkość wypływu plazmy, zjawisko typowe w przypadku dziur koronalnych pojawiających się w obszarze równikowym.

System globalnej lokalizacji

W dniach 10 i 11 kwietnia 1990 r. podczas burzy magnetycznej przestał funkcjonować system GPS używany do nawigacji i do pomiaru zawartości elektronów w jonusferze. Wysokość orbity każdego z satelitów (20 000 km) odpowiada wnętrzu pasa radiacyjnego. Właśnie podczas największych burz magnetycznych maksimum gęstości pasa częstek naładowanych osiąga poblże orbit satelitów systemu.

System tworzy ponad 20 orbiterów, z których każdy komunikuje się przy pomocy dwu wiązek mikrofalowych. Użycie pojedynczej wiązki w trakcie największych zaburzeń magnetyzmu

powodowałoby błąd 150 m wertykalnie i 500 m horyzontalnie w przypadku obserwacji przeprowadzanych na szerokości geomagnetycznej Budapesztu (dla Kp równego 8 w skali 9, w dniu 21 marca). Zastosowanie dwu częstotliwości pozwala wyznaczyć całkowitą zawartość elektronów (TEC) w jonusferze i uzyskać stosowną dokładność w nawigacji. Jednak błąd pomiarowy przy wyznaczaniu TEC z użyciem satelitów systemu GPS uzyskiwany podczas minimum słonecznej aktywności jest już tak duży jak wynik.

Systemy prądowe

Usterki systemów elektrycznych stwierdzano, począwszy od cyklu IX podczas każdego maksimum. W 1847 r. zauważono drgania igły telegrafu w Anglii i to, że były one największe w czasie widzialności zorzy (24–25 września). W maju 1921 r. prądy indukcyjne spowodowały pożar wyposażenia telegrafu w Szwecji. Nie jest dokładnie znana data tego wydarzenia, ale wielka burza magnetyczna zdarzyła się w dniach 13–15 maja. Często wzmiarkowane zniszczenie transformatora w marcu 1989 przypisywane zmianom ziemskiego magnetyzmu w wyniku aktywności słonecznej nie jest jedynym. Podobne zdarzenie odnotowano 19 września tegoż roku. (Inne np. transmisje telegraficzne

bez baterii zostały opisane w „Uranii” 11/1997.) Natomiast pierwszy raport o wpływie zaburzeń magnetyzmu na systemy napięciowe pochodzi z 24 marca 1940 r., a zatem przed odkryciem słonecznego radiopromieniowania przez Jamesa Stanleya Heya. W tym również roku Grote Reber opublikował pierwszy ze swoich artykułów. *Encyklopedia Fizyki Współczesnej* przyznaje pierwszeństwo jego właśnie bliżej nieznanym publikacjom z roku 1940 i 1942, wykonanym prawdopodobnie w zakresie fal decymetrowych. Także trzecia publikacja Rebera dotycząca fal metrowych ukazała się wcześniej niż Heya. Reber miał zauważyć trwające 2 do 6 s zakłócenia.

Duże odległości

Zorze obserwowane na największych planetach były skutkiem podobnych wydarzeń na Słońcu, jakie tego rodzaju aktywność powodują na Ziemi. Będące ich skutkiem burze magnetyczne i zmiany rozkładu warstw jonusferycznych w przypadku planet olbrzymów nie są do tej pory przedmiotem badań, choć profil gęstości elektronowej jest już dobrze znany w przypadku Jowisza.

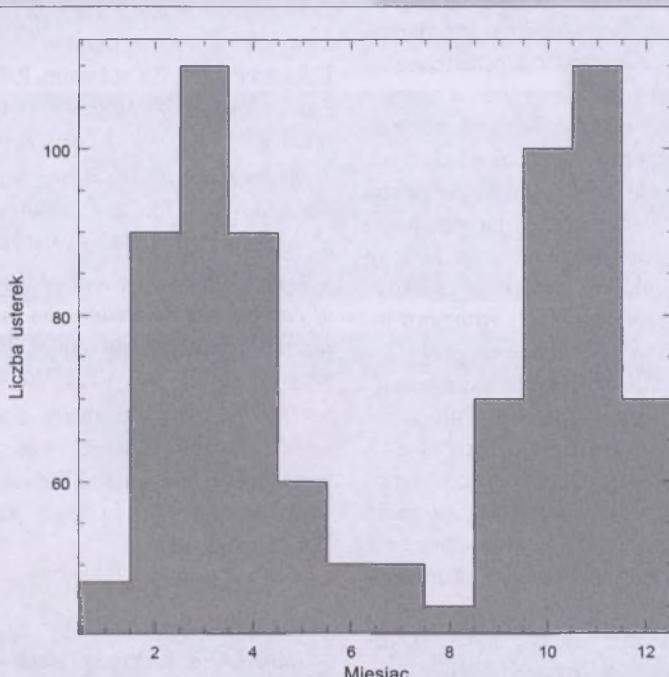
Na Marsie dostrzeżono obecność jonusfery podczas jednej z pierwszych misji Mariner, mimo że planeta nie ma płynnego jądra ani gęstej atmosfery. Stwierdzono zależność sezonową w trakcie cyklu słonecznego, zastrzegając przy tym, że wyniki uzyskano na granicy błędu pomiarowego.

Oczywiście istnienie samej jonusfery to nie to samo co burza.

Niejednorodności wiatru słonecznego nie rozpływają się nawet w tak dużych odległościach, w jakich znajdują się urządzenia pomiarowe sondy Voyager 2, odpowiadających obiektom Pasa Kuipera. Zmiany te są rejestrowane, nie miałyby jednak skali zaburzeń, chociażby z powodu niskiego strumienia cząstek.

Przebiegunkowanie

W maksimum cyklu słonecznego można obserwować tak zwane przebiegunkowanie. Jest to zjawisko analogiczne do tego, które na początku cyklu słonecznego pojawia się w obszarach równikowych i zmienia polarność plam. Przebiegunkowanie dotyczy natomiast polarności słonecznych dziur koronalnych umiejscowionych stale na szero-



Rys. 2. Wykres prezentuje przybliżoną liczbę zarejestrowanych usterek w funkcjonowaniu telegrafu w latach 1881–1884 na czterech liniach w Norwegii. Histogram odtwarza te same dwa maksima, które ujawniają się przy zliczaniu zaburzeń magnetyzmu. Na podst. cytowanej publikacji D.H. Boteler et al.

kościach polarnych tzw. dziur polarnych. Jest to zjawisko długotrwałe, słoneczny dipol na dokonanie takiej zmiany potrzebuje około 30 miesięcy i przypada na maksimum liczby Wolfa.

Podczas przebiegunkowania w roku 1979 zarejestrowano ciekawe zdarzenie w ziemskim magnetyzmie. Obserwowa- no wyraźnie zmniejszoną przez kilka kolejnych dni zawartość elektronów w ziemskiej jonasferze w warunkach spokojnego magnetyzmu. Magnetyzm zosta-ł zaburzony później, podczas gdy zwykle kolejność jest odwrócona.

Aktywność słoneczna ma nieznane szerzej aspekty

Powstający wskutek rozbłysku obłok może być obserwowany w świetle wi- dzialnym z dala od Słońca, nocą na tle gwiazd. Obserwację taką przeprowadzo- no 6 czerwca 1994 r. dla obłoku znajdu-jącego się w odległości 50 stopni kąto- wych od Słońca.

Wysokoenergetyczne emisje proto- nów z dziennej gwiazdy mogą być przy- czyną powstawania minidziur ozono- wych w obszarach polarnych i lokalnie zmniejszać obfitość ozonu do 80% pier- wotnej wartości.

Powodowane rozbłyskami zaburze- nia ziemskiego magnetyzmu opisane wskaźnikami dobowym (Ap) i trzygo- dzinnym (Kp) pomijają możliwość obserwacji zmian magnetyzmu kompasem. Podczas takiej burzy jak w marcu 1989 r., zmieniona o 600 nT wartość składowej pola zmieniłaby wskazanie kompasu o 2°.

W aktywności słonecznej można do- szukiwać się jedynie związków podo- bieństwa, np. takiego, że długotrwałość cyklu słonecznego zbliżona jest do okre- su orbitalnego Jowisza.

Badaniom słonecznej aktywności i magnetyzmu ziemskiego towarzyszą również spostrzeżenia nieoczekiwane, choć mające związek raczej z Ziemią niż ze Słońcem.

Dzięki takim badaniom odkryto lo- kalny efekt w magnesoferze polegający na wzroście koncentracji jonów H+ i He+ w okresach poprzedzających trzę- sienia ziemi na Bliskim Wschodzie (Tur- cja, Iran). Obserwacje z satelity Inter- kosmos-24 wskazywały na tego rodzaju aktywność jedynie ponad Płw. Bałkań- skim, mimo że zakres dostępnej do ba- dań przestrzeni zawierał się w przedziale od 30° długości zachodniej do 80° dłu-

Słowniczek

Minimum Wolfa — okres niskiej aktywności Słońca w latach 1282—1346.

Minimum Spörera — okres niskiej aktywności Słońca w latach 1407—1534.

Minimum Maundera — okres niskiej aktywności słonecznej w latach 1645—1712.

Minimum Daltona — dwa pierwsze cykle wieku XIX.

Wskaźnik Kp — wyznaczany dla okresów trzygodzinnych na podstawie zmian składowej pola magnetycznego, uśredniany dla kilkunastu stacji obserwacyjnych. Skala niemianowana od 0 do 9.

Liczba Wolfa — liczba charakteryzująca poziom aktywności słonecznej; obliczana dla jednej doby, uśredniana dla jednego miesiąca lub roku. Istnieje również liczba uciaglona wyznaczana dla danego miesiąca jako średnia z sześciu wartości miesięcznych poprzedzających, sześciu następujących oraz wartości z danego miesiąca; suma „ważona” czynnikiem 0,5 w przypadku miesiąca 1. i 13. Największą wartość dobową liczba Wolfa osiągnęła 24 grudnia 1957 r. — 355.

Wskaźnik Ap — określa zmiany składowej horyzontalnej pola magnetycznego, konstruowany z sumy ośmiu wskaźników K, jeden dla całego dnia. Skala niemianowana od 0 do 0 kilkuset. 0-7 oznacza spokój w mag- netyzmie, 30 burzę magnetyczną.

Podburza — zaburzenie burzopodobne w skali okresu trzygodzinnego, pojawia się w godzinach wieczornych czasu lokalnego, gdy Kp osiąga wartość co najmniej 5, skutek przepływu plazmy w magnesoferze, ob- serwowane lokalnie a nie w skali planety jak w przypadku burzy.

gości wschodniej. W dniach poprzedzających tego rodzaju wydarzenia w tym regionie zdarzało się, że wyliczane w różnych miejscowościach wskaźniki dobowego magnetyzmu wykazywały duże rozbieżności.

Umiejętnie rozróżnienie zaburzeń jono- sferycznych powodowanych aktywnością słoneczną od podobnych zdarzeń pozwoliło umiejscowić w przestrzeni — poza Układem Słonecznym — magneta- rara dzięki rejestracji równoczesnego zakłócenia przyrządów pokładowych sondy Ulysses i zewnętrznych warstw atmosfery w roku 1998. Zdarzenie to nie byłoby pierwszym tego rodzaju. W roku 1979 przypisano zmiany wysokości warstw jono- sferycznych zmianom ja- sności radioródła Centaurus X-4. Obserwując Słońce, można się zdziwić.

W swojej kronice przechowuję zapis obserwacji powierzchni Słońca z 13 czerwca 1980 r., wykonanej przy pomocy lunety o 20-krotnym powiększeniu kątowym. Pozwala ona oszacować liczbę Wolfa na 35, podczas gdy listopadowa „Urania” cytuję liczbę dzienną równą 202. Lunetami o podobnym powiększe- niu obserwowali Słońce Galileusz i He- liusz.

Polecana literatura:

Vierteljahresschrift der Naturfor-

schenden Gesellschaft, H.Fritz, Zürich, 4, 122, 1864.

Ad additional list of auroras from European sources from 450 to 1466 A.D., U.Dall'Olmo, Journal of Geophysical Research Vol 84, NO. A4, 1979.

VLF ionosonde and long-distance propagation anomalies produced by galactic Cen X-4 X-ray burst in May 1979, L.Rizzo Piazza, P.Kaufmann, P.Ramirez Pardo; Journal of Atmospheric and Terrestrial Physics Vol.45 No 2/3, 1983.

Aurora borealis lag during the Maunder Minimum, Ludwig Schlamming, Solar Physics 131, 411-414, 1991.

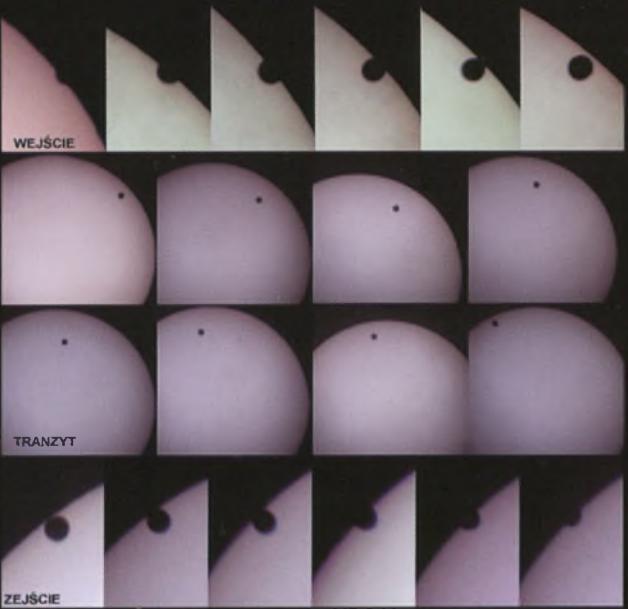
Ground-based optical observations of coronal mass ejections on the night sky, R.A.Gulyaev, Advances in Space Research Vol.17 No 4/5, 1996.

The effects of geomagnetic disturbances on electrical systems at the earth's surface, D.H.Botelor, R.J.Pirjola, H.Nevanlinna, Advances in Space Research Vol.22 No 1, 1998.

Radosław Rek ukończył astronomię na Uniwersytecie Warszawskim. Przez kilka lat w Centrum Badań Kosmicznych zajmował się badaniami aktywności słonecznej

Galeria Uranii

Oddział PTMA z Gliwic zorganizował w Kamieńcu koło Tarnowskich Gór pokazy tranzytu Wenus dla szerokiej publiczności. W ciągu 5 godz. przez plac, gdzie został zorganizowany pokaz, przewinęło się 500–600 osób. Chmury okazały się łaskawe i znikły z firmamentu bezpośrednio przed początkiem zjawiska. Niżej fotoreportaż autorstwa Wojciecha Piskorza z tej imprezy

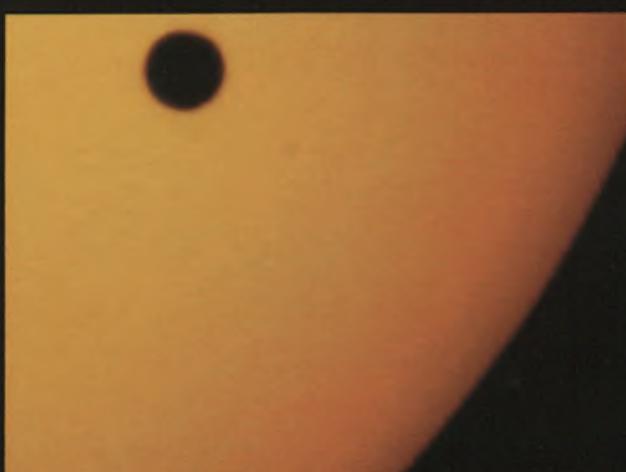


Wojciech Piskorz jest również autorem powyższej mozaiki. Teleskop „Bresser” 910/114 z okularem Soligor 15 mm i zamontowanym za okularem aparatem cyfrowym „Aiptek Pocket Cam 3Mega” (obraz odwrócony)

Janusz W. Kosinski w Wyszkowie, podobnie jak w wielu innych miejscach w kraju, mógł oglądać transit Wenus tylko wtedy, gdy pozwalały na to chmury



Obok zdjecie wykonane kamerą internetową w rozdzielczości 640×480, ogniskowa 1500 mm (MTO-1000), parametry ekspozycji były ustawiane automatycznie



Zdjęcie Wenus z 29 maja, wykonane podobną metodą, prezentujemy wyżej. Kolorystyka planety wynika z faktu, iż była ona fotografowana nisko nad horyzontem (około 2°).
Fot. Wiesław Skórzyński, Toruń





Urania
POSTĘPY ASTRONOMII

Obok:
Ireneusz Jankowski
z Siemianowic Śląskich
na miejsce obserwacji przejścia
Wenus przed tarczą Słońca wybrał
Górę św. Doroty w Będzinie-Grodzu
(Cassegrain 200 mm, $f = 5660$ mm, filtr foliowy
Baader Planetarium, $t_{\text{eksp}} = 1/30$ s, FujiColor 100)



Franciszek Chodorowski z Kolonii Księżyne sfoto-
grafował efekt „czarnej kropli” utrudniający uchwy-
cenie momentu III kontaktu (MTO-11CA, 1/30 s, 100 ISO)



III kontakt na wesoło w czasie pokazów tranzytu na
boisku SP1 w Lidzbarku Warm. Fot. J. Drążkowski

Mariusz Świątnicki ze Żrécina wraz z Jackiem Adamikiem wy-
jechali na Słowację, gdzie były zapowiadane lepsze warunki
pogodowe niż w kraju. Wyjazd zaowocował m.in. pięknym opisem
świecącej otoczki między I a II kontaktem

NGC 1300

α (J2000)	03 ^h 19,7 ^m
δ (J2000)	-19° 25'
Gwiazdozbiór	Erydan
Typ	Galaktyka SBb
Jasność fotograficzna	11,4
Jasność wizualna	10,4
Jasność absolutna M _v	—
Rozmiar	6,5 × 4,3'
Odgległość	20 kpc
Pędkość radialna	+1580 km/s

Jest to spektakularny, jeden z najlepszych na niebie przykładów galaktyki spiralnej z poprzeczką. Została odkryta przez Johna Herschela w czasie jego pobytu na Przylądku Dobrej Nadziei za pomocą 18-calowego teleskopu. Jej opis w katalogu Dreyera jest następujący: „dość jasna, bardzo duża, znacznie wydłużona, początkowo wolno, później nagle jaśniejąca w kierunku centralnym”. Posiada jasne, gwiazdopodobne jądro, które może być zauważone już w 10-cm teleskopie. W teleskopie o średnicy około 20-25-cm galaktyka ta nie prezentuje się zbyt okazałe: jest to jedynie słaba, wydłużona poświata z wyróżniającym się jądrem. Dopiero w teleskopie o średnicy 40-cm lub większym można wyraźnie zobaczyć poprzeczkę i dwa ramiona spiralne, jednak ze względu na małą jasność powierzchniową oraz niską deklinację wymaga to wyjątkowo dobrych warunków atmosferycznych i bardzo ciemnego nieba.

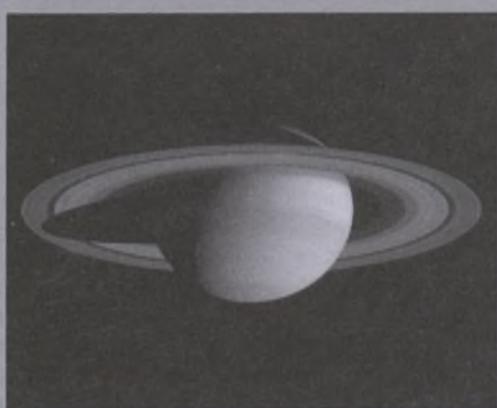
Na zdjęciach wygląd tej galaktyki jest zdominowany przez potężną poprzeczkę mającą długość aż 100 tys. lat świetlnych, czyli tyle, ile wynosi średnica Drogi Mlecznej. Cała galaktyka NGC 1300 ma ponad 1,5 razy większą średnicę od naszej, co stawia ją w rzędzie największych znanych bliskich galaktyk spiralnych. Jest ona członkiem dość licznej i rozległej gromady galaktyk w Erydanie zawierającej jeszcze kilka innych wielkich galaktyk, jak np.: spiralną NGC 1232 lub eliptyczną NGC 1395. Odległość do gromady, szacowana na podstawie prawa Hubble'a wynosi około 21 kpc, natomiast NGC 1300 wydaje się być trochę bliżej nas niż środek tej gromady.

Galaktyka jest nachylona pod niewielkim kątem do kierunku widzenia ($i = 45^\circ$). Wzdłuż poprzeczki ciągną się dwa równoległe pasma pyłu. Ze względu na korzystną orientację przestrzenną, bliskość i brak wyraźnych asymetrii w kształcie, galaktyka ta jest dość częstym obiektem symulacji hydrodynamicznych mających na celu określić charakter oddziaływanego poprzeczki z resztą galaktyki (przypomnij, że nasza Galaktyka również posiada poprzeczkę, choć jest ona znacznie słabiej zaakcentowana) i odtworzyć krzywą prędkości rotacji, która jest dość typowa dla galaktyk z poprzeczką. Krzywe te standardowo uzyskuje się z obserwacji neutralnego wodoru, korzystając np. z VLA. Symulacje pozwalają stwierdzić, że NGC 1300 posiada relatywnie masywne w stosunku do poprzeczki ramiona spiralne. Tempo formowania się gwiazd oceniono na podstawie obserwacji w podczerwieni wykonanych przez IRAS i wynosi ono około 1,3 masy Słońca na rok, co jest tempem nieco niższym od obserwowanego w Drodze Mlecznej.



na rozkładówce:

Saturn widziany w świetle widzialnym przez wąskokątną kamerę stacji kosmicznej Cassini w dniu 27 marca 2004 r., gdy stacja zbliżała się do tej planety od jej południowej półkuli i znajdowała się w odległości 47,7 mln km od niej. Widoczny system pierścieni Saturna rozciąga się na przestrzeni 270 tys. km. Najdalejszy, niewidoczny tu pierścień E, sięga nawet do odległości 480 tys. km od środka planety. Ciemny oval w środku pierścieni to „Przerwa Cassiniego” oddzielająca zewnętrzny, tzw. „Pierścień A” od szerokiego, pastelowego „Pierścienia B”. Bliżej globu planety są jeszcze dwa pierścienie C i D, a na zewnątrz, niewidoczne tu słabe pierścienie F, G i E. Słońce oświetla planetę z prawej strony od dołu. Światło słoneczne przechodzi przez „Przerwę Cassiniego” i oświetla górną atmosferę planety, co widać w postaci jasnej, wąskiej niebieskawej smugi w prawej, górnej (północnej) części obrazu. Cień globu planety pada na pięknie tu pokazany system pierścieni. Na czarnym tle nieba Saturna można dostrzec jego satelity (zaczynając od górnej prawej strony): Enceladus (499 km), Mimas (398 km), Tethys (1060 km) i Epimetheus (116 km). Ten ostatni jest bardzo słaby i można go dostrzec tuż ponad lewym brzegiem pierścienia



Kolory Saturna

Fot. NASA/JPL/SSI

Saturn widziany w świetle widzialnym przez wąskokątną kamerę stacji kosmicznej Cassini w dniu 27 marca 2004 r., gdy stacja zbliżała się do tej planety od jej południowej półkuli i znajdowała się w odległości 47,7 mln km od niej. Widoczny system pierścieni Saturna rozciąga się na przestrzeni 270 tys. km. Najdalejszy, niewidoczny tu pierścień E, sięga nawet do odległości 480 tys. km od środka planety. Ciemny oval w środku pierścieni to „Przerwa Cassiniego” oddzielająca zewnętrzny, tzw. „Pierścień A” od szerokiego, pastelowego „Pierścienia B”. Bliżej globu planety są jeszcze dwa pierścienie C i D, a na zewnątrz, niewidoczne tu słabe pierścienie F, G i E. Słońce oświetla planetę z prawej strony od dołu. Światło słoneczne przechodzi przez „Przerwę Cassiniego” i oświetla górną atmosferę planety, co widać w postaci jasnej, wąskiej niebieskawej smugi w prawej, górnej (północnej) części obrazu. Cień globu planety pada na pięknie tu pokazany system pierścieni. Na czarnym tle nieba Saturna można dostrzec jego satelity (zaczynając od górnej prawej strony): Enceladus (499 km), Mimas (398 km), Tethys (1060 km) i Epimetheus (116 km). Ten ostatni jest bardzo słaby i można go dostrzec tuż ponad lewym brzegiem pierścienia

NGC 1499

α (J2000)	04h, 00,7m
δ (J2000)	+36° 37'
Gwiazdozbiór	Perseusz
Typ	Mgławica emisyjna
Jasność fotograficzna	6,0
Jasność wizualna	—
Jasność absolutna M_V	—
Rozmiar	145' × 40'
Odległość	260 pc
Prędkość radialna	—

Jest to rozległa mgławica emisyjna o charakterystycznym kształcie, któremu zawdzięcza swoją nazwę — Kalifornia. Mgławicę tę odkrył wizualnie bez użycia jakichkolwiek filtrów Edward Emerson Barnard — jeden z najznakomitszych obserwatorów nieba w nowożytnych czasach — w latach 1884/85, korzystając z 36-calowego refraktora w obserwatorium Licka, dokładnie w czasie kiedy powstawał katalog NGC. E.E. Barnard obdarzony był doskonałym wzrokiem, o czym może przekonać się każdy, próbując zobaczyć NGC 1499 — jest to duże wyzwanie, nawet jeśli dysponuje się odpowiednimi filtrami! Opis mgławicy w katalogu Dreyera jest następujący: „bardzo słaba, bardzo duża, podłużna w kierunku NS, rozmyta”. Ze względu na małą jasność powierzchniową i duże rozmiary mgławica ta wizualnie prezentuje się najlepiej w stosunkowo małych teleskopach przy możliwie małych powiększeniach i bardzo ciemnym niebie. Szansą zobaczenia szczegółów budowy tej mgławicy jest użycie filtra blokującego poświatę nocnego nieba (np. SkyGlow) lub filtra H α oraz przy najmniej 1 godzinna adaptacja wzroku do ciemności! Na ogół trzeba będzie zadowolić się widokiem prostokątnej szarej poświaty! Jednak obiekt ten zawdzięcza swoją popularność temu, że stanowi znakomity i wdzięczny cel amatorskiej fotografii, choć dodajmy — cel dość wymagający.

NGC 1499 stanowi typ mieszany mgławicy emisyjnej i refleksyjnej. Najprawdopodobniej do świecenia pobudza ją najgorętsza gwiazda młodej asocjacji gwiazd Per OB2 — χ Per o jasności wizualnej 4 mag. i typie widmowym O7e. Wzbudzony wodór mgławicy powraca na stan podstawowy, wysyłając światło głównie w linii H α , stąd intensywnie czerwona barwa tej mgławicy. Stanowi ona jedynie część wielkiego kompleksu mgławic gazowych i pyłowych, znajdującego się w obszarze gwiazdozbiorów Woźnicy, Byka, Perseusza i Barana, którego środek znajduje się w odległości około 180–220 pc od nas. W kompleksie tym zarejestrowano liczną populację gwiazd zmiennych typu T Tauri, co wskazuje na dość

intensywne powstawanie gwiazd w jego obrębie, przy czym w jego części wschodniej (Woźnica, Byk) rodzą się głównie małomasywne gwiazdy, a w części zachodniej powstają głównie gwiazdy masywne. Z mgławicą Kalifornia łączy się genezę powstania asocjacji Per OB2, gdyż jest to największy zwarty kompleks gazowy w jego pobliżu, a ponadto oba obiekty znajdują się w podobnej, niewielkiej odległości od Ziemi — około 300 pc. Sama asocja ma kształt niemal dokładnie sferyczny i stanowi centrum obszaru aktywności gwiazdotwórczej w tym regionie, dlatego wielu astronomów prowadzi intensywne badania jej okolicy. Jej wiek ocenia się na około 30 mln lat.



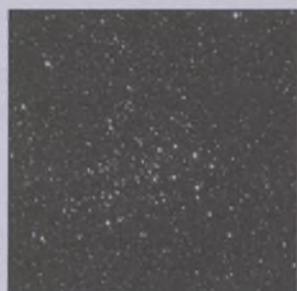
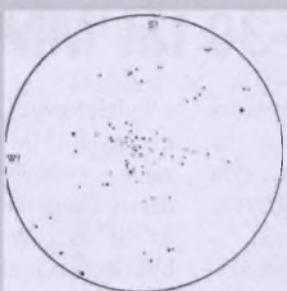
NGC 1528

α (J2000)	04 ^h 15,3 ^m
δ (J2000)	+51° 13'
Gwiazdozbiór	Perseusz
Typ	Gromada otwarta
Jasność fotograficzna	6,8
Jasność wizualna	6,4
Jasność absolutna M_V	-6,1
Rozmiar	24,0' × 24,0'
Odległość	610 pc
Prędkość radialna	—

Ta młoda, dość jasna gromada otwarta została odkryta prawdopodobnie przez Williama Herschela i opatrzona numerem VII.61. W katalogu Dreyera widnieje następujący opis: „gromada, jasna, bardzo bogata w gwiazdy, skupiona do środka”. Gromada posiada dość wyraźne jądro, gdzie skupia się ponad połowa gwiazd tej gromady głównie o jasnościach w przedziale 8–10 mag. Łącznie gromada zawiera około 80 gwiazd. Najlepiej oglądać ją przy małych powiększeniach z użyciem stosunkowo niewielkich teleskopów o średnicy 10–20 cm, przez które można na liczyć do 40 członków gromady wyraź-

nie różniących się blaskiem. Uwidaczniają się też wtedy wyraźnie brzegi gromady. Nawet w dobrej lornetce widać już ją jako rozmytą mgiełką o średnicy około 5' łuku.

Niewiele wiadomo o tej gromadzie. Jej wiek jest szacowany na około 400 mln lat a metaliczność — czyli zawartość pierwiastków cięższych niż wodór i hel — jest typowa jak dla gromad otwartych o takim wieku. Najjaśniejsze gwiazdy w gromadzie to obecnie żółte olbrzymy typu G, które już jakiś czas temu opuściły ciąg główny. Zdecydowana większość członków gromady wciąż jednak pozostaje na ciągu głównym.



NGC 1535

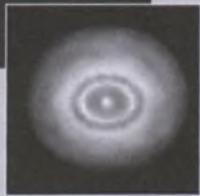
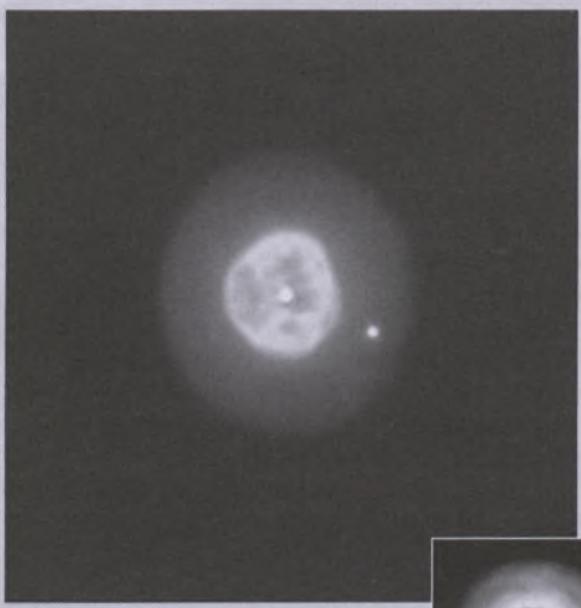
α (J2000)	04 ^h 14,3 ^m
δ (J2000)	-12° 44'
Gwiazdozbiór	Erydan
Typ	Mgławica planetarna
Jasność fotograficzna	9,6
Jasność wizualna	9,6
Jasność absolutna M _v	-5,2
Rozmiar	60'
Odległość	2 kpc
Pędkość radialna	

Ta mgławica planetarna, prawdopodobnie z uwagi na swój kształt i kolor, nosi nazwę Oko Kleopatry. Taka nazwa do czegoś zobowiązuje i rzeczywiście jest to jedna z bardziej efektownych mgławic planetarnych. Oznaczona została w katalogu Williama Herschela numerem IV 26. Katalog Dreyera podaje taki jej opis: „bardzo jasna, mała, okrągła, nagle silnie jaśniejąca ku środkowi, o rozmytej strukturze”. Ze względu na dużą jasność powierzchniową można ją zobaczyć już przez mały teleskop o średnicy 7-10 cm jako małą, dość jasną, okrągłą plamkę nawet na jasnym podmiejskim niebie. Przy powiększeniu około 150 razy można zauważyć, że część centralna jest jaśniejsza, ale gwiazda centralna pozostaje niewidoczna. Aby jednak podziwiać w pełni tę mgławicę, trzeba dysponować ponad 25-cm teleskopem. Najlepsze są powiększenia w granicach 150-300 razy, gdyż ze względu na stosunkowo niską deklinację turbulencje atmosfery ograniczają użyteczność dużych powiększeń dla obserwatorów z Polski. Niemniej użycie dużych powiększeń (ponad 400 razy!) w przypadku wyjątkowo stabilnej atmosfery i ciemnym niebie może pozwolić ujrzeć wiele dodatkowych detali. Obserwacje tej mgławicy polepsza użycie filtra mgławicowego O III. W teleskopie o średnicy 35-cm będziemy mogli ujrzeć wyraźnie barwę mgławicy — zielonkawoniebieską. Centralna, najjaśniejsza część mgławicy o średnicy około 18" ma lekko owalny kształt o dobrze określonym brzegu. Wokół samej centralnej gwiazdy mgławica wydaje się być nieco ciemniejsza — co daje wrażenie struktury pierścieniowej (trudnej do zauważenia na zdjęciach — patrz zdjęcie obok w zakresie optycznym). Wokół niej rozciąga się halo o średnicy około 60" widoczne na ogół tylko z pomocą patrzenia nie wprost (zerkania). Pośród części centralnej i otoczką jest wyraźny skok jasności powierzchniowej.

Mgławica ta swoją budową i charakterystyką przypomina inną mgławicę planetarną — Eskimos (NGC 2392). Jej wewnętrzny, jasny obszar jest średniointensywnie wzbudzony (stąd jej niebieskawy kolor) i otoczony przez znacznie słabsze halo o niskim poziomie ekscytacji. Zgodnie z pomiarami przesunięć dopplerowskich linii pochodzących z tej mgławicy

cy, region wewnętrzny eksplanduje z prędkością około 20 km/s, a otoczka zewnętrzna z prędkością o połowę mniejszą. Mgławica leży bardzo daleko od płaszczyzny galaktyki ($z \approx 1$ kpc), a odległość do mgławicy jest podawana na ogół w dość szerokich granicach: od 0,8 — 3,1 kpc. Mgławica jest pobudzana do świecenia przez centralną gwiazdę (białego karła) o temperaturze 70 000 K i jasności obserwowanej 12,2 mag. Masa jądra mgławicy wynosi około 0,67 masy Słońca — typowa masa białego karła — a jego jasność jest rzędu 10 tys. jasności Słońca. Jądro charakteryzuje się stosunkowo wysoką zawartością wodoru. Ze względu na wysoką temperaturę i jasność obiekt ten stanowi wprost wymarzony cel obserwacji w dalekim ultrafiolecie, prowadzonych z przestrzeni kosmicznej. Ponadto zarejestrowano pochodzącą z tej mgławicy emisję rentgenowską, odpowiadającą emisji termicznej o temperaturze ponad 100 tys. K (obserwacje z satelity EXOSAT). Jednak nowsze obserwacje o większej rozdzielczości przestrzennej wykonane przez satelitę ROSAT wskazują, że prawdopodobnie źródłem tej emisji jest nie mgławica, ale gwiazda leżąca tuż poza zewnętrznym jej skrajem. Na razie jednak kwestia ta jest wciąż sporna.

Dariusz Graczyk



30 lat MMSA i OMSA

Młodzieżowe Seminaria Astronomiczne zrodziły się w czasie przygotowań do obchodów 500-lecia urodzin Kopernika i odbywały się w wielu miejscowościach w Polsce. Patronowało im głównie Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii, które w tym czasie promowało też ideę budowy miłośniczych (mówiono *ludowych*) obserwatoriów astronomicznych i planetariów. W Grudziądzu te idee znalazły szczególnie podatny grunt, ze względu na projekty wykorzystania planowanej wówczas przebudowy budynku technikum chemiczno-elektrycznego, do ulokowania tam *szkolnego obserwatorium astronomicznego i planetarium*. I tak, najpierw miejskie międzyszkolne, a później wojewódzkie, międzywojewódzkie (MMSA) i wreszcie ogólnopolskie (OMSA) konkursy na referat z zakresu astronomii i astronautyki dla uczniów szkół średnich (obecnie ponadgimnazjalnych) trwają do dziś.

W Grudziądzu, znany działacz-miłośnik astronomii, Jerzy Szwarc postanowił „przeszwarcować” na lokalny grunt ideę młodzieżowych seminariów organizowanych w Szczecinku przez równie znanego miłośnika Adama Giedrysa. W latach 1969-1974, najpierw w Domu Kultury „Stomil”, a następnie w Grudziądzkim Planetarium i Obserwatorium Astronomicznym, odbywały się miejskie międzyszkolne seminaria astronomiczne i astronautyczne. W roku szkolnym 1974/1975 do akcji włączyły się Olsztyńskie Planetarium i Obserwatorium Astronomiczne — w ówczesnych województwach toruńskim i olsztyńskim rozpisano konkursy na referat i zorganizowano młodzieżowe seminaria dla laureatów. W kolejnych latach akcję rozszerzano na następne „stare” województwa północnej Polski — od szczecińskiego przez koszalińskie, słupskie, gdańskie, bydgoskie, włocławskie, elbląskie i suwalskie po białostockie.

W latach 1975-1984 odbyło się w Grudziądzu 10 Międzywojewódzkich

Młodzieżowych Seminariów Astronomicznych (MMSA). Z uwagi na duże zainteresowanie nauczycieli oraz młodzieży akcję postanowiono rozszerzyć na cały kraj. W latach 1985-1999 odbyło się w Grudziądzu 15 Ogólnopolskich Młodzieżowych Seminariów Astronomiczno-Astronautycznych (OMSA). Każdego roku referaty pisało kilkuset młodych ludzi, z których większość referowała swoje prace podczas seminariów wojewódzkich. Najlepsze 2 referaty z każdego województwa były referowane podczas OMSA. Autorzy referatów, które zajęły 3 i 4 miejsca w konkursie wojewódzkim, zapraszani byli do udziału w OMSA w charakterze słuchaczy. We wszystkich 25 seminariach wzięły udział województwa toruńskie i olsztyńskie, a poza nimi najbardziej aktywne były województwa:

latwienia. Na szczęście, te uzasadnione skąpania obawy, się nie sprawdziły. Na konkursy — rozpisane w 13 województwach — wpłynęła w roku szkolnym 1999/2000 rekordowa liczba 1040 referatów, zaś seminaria zorganizowano w 11 województwach. Pomimo rozlicznych problemów akcja była pomyślnie kontynuowana w następnych latach i w jubileuszowym XX OMSA wzięły udział uczniowie z wszystkich 16 województw. Tabela 1 podaje, ile referatów nadesiano na konkursy w poszczególnych województwach w latach 1999/2000—2003/2004, natomiast w tabeli 2, obejmującej ten sam okres, podano liczbę województw, w których rozpisano konkursy i zorganizowano seminaria, oraz sumaryczną liczbę nadesłanych i wygłoszonych referatów, a także liczbę uczestników kolejnych OMSA.

Inicjatorem i koordynatorem akcji w skali międzymiędzywojewódzkiej i ogólnopolskiej była i jest Komisja Współpracy Planetariów Polskich Zarządu Głównego Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii, działającą w tym zakresie poprzez roboczy zespół organizacyjny w składzie: dr Kazimierz Schilling z Planetarium w Olsztynie oraz mgr Małgorzata Śróbk-Kubiak i mgr Mirosław Kubiak z Planetarium w Grudziądzu. Do 1999

r., czyli podczas podziału kraju na 49 województw, organizatorami wojewódzkich konkursów i seminariów były przede wszystkim Kuratoria Oświaty Urzędów Wojewódzkich oraz Wojewódzkie Ośrodki Metodyczne (WOM) lub wojewódzkie Ośrodki Doskonalenia Nauczycieli (ODN). Obecnie kształtuje się to bardzo różnie. Kuratoria nadal są głównymi organizatorami w województwach dolnośląskim i świętokrzyskim, kuratorium i grudziądzkie planetarium w kujawsko-pomorskim, natomiast WOM-y lub ODN-y w lubuskim i zachodniopomorskim. W województwie łódzkim i warmińsko-mazurskim wojewódzkie konkursy i seminaria organizują planetaria w Łodzi i w Olsztynie,



Szkolne Obserwatorium Astronomiczne i Planetarium w Grudziądzu — tradycyjna siedziba finalów Ogólnopolskiego Młodzieżowego Seminarium Astronomicznego

elbląskie, bydgoskie, gdańskie, koszalińskie, suwalskie i warszawskie. Najwięcej, bo 28 województw na 49 wtedy istniejących, wzięło udział w akcji w roku szkolnym 1997/1998.

Od roku szkolnego 1999/2000 akcja konkursów i seminariów odbywa się w ramach nowego podziału administracyjnego kraju na 16 województw. W sprawozdaniu z XV OMSA w 1999 roku dr Maria Pańkowska napisała: *Obecnie organizatorzy stanęli nad kolejnym Rubikonem. Reformy — już dokonana podziału terytorialnego i planowana systemu edukacji narodowej — rozgrywają się w ogromnej skali. Tak ogromnej, że OMSA łatwo może zginąć w powodziach bieżących spraw, pilnie oczekujących za-*

zaś w małopolskim Młodzieżowe Obserwatorium Astronomiczne w Niepołomicach. W województwie pomorskim II LO w Kwidzynie oraz ODN w Słupsku, zaś w wielkopolskim I LO w Kościanie oraz ODN w Kaliszu. W kilku województwach organizacją konkursów i seminariów zajmują się konkretne szkoły: w lubelskim — II LO we Włodawie, w Opolskim — LO z Oleśna, w podlaskim — I LO w Suwałkach. W województwie mazowieckim do roku szkolnego 2000/2001 akcję podejmowało Centrum Astronomiczne im. Mikołaja Kopernika PAN w Warszawie, zaś obecnie konkursy i seminaria, ale tylko dla terenu dawnego województwa płockiego, organizuje ODN w Płocku.

Merytoryczną opiekę nad seminariami sprawują Polskie Towarzystwo Astronomiczne (PTA), Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii (PTMA) i Polskie Towarzystwo Astronautyczne, które między innymi delegują zawodowych astronomów do jury OMSA. Od kilku lat w jury zasiadają: dr Jadwiga Biała z Olsztyna, dr Henryk Brancewicz z Krakowa — prezes PTMA, prof. Robert Głębocki z Gdańska, doc. Tadeusz Jarzębowski z Wrocławia, dr Maria Pańkow z Katowic, dr Krzysztof Rochowicz z Torunia, prof. Konrad Rudnicki z Krakowa, dr Kazimierz Schilling z Olsztyna — przewodniczący jury, prof. Andrzej Woszczyk z Torunia — prezes PTA i redaktor naczelny „Uranii — Postępów Astronomii”. Warto w tym miejscu nadmienić, że dr Krzysztof Rochowicz, bę-

Laureaci — rekordziści seminariów ogólnopolskich

Laureat OMSA	Miejscowość	Numer OMSA i zajęte punktowane miejsce
Robert Szaj	Pasłek	V — 5, VI — 3, VII — 2, VIII — 3, IX — 1
Krzysztof Rumiński	Toruń	III — 4, IV — 5, V — 1, VI — 4
Paweł Sobotko	Olsztyn	III — 7, IV — 4, V — 6, VI — 2
Andrzej Adamski	Piotrków	IV — 6, V — 3, VI — 6
Piotr Baran	Praszka	IX — 2, X — 2, XI — nagr.publiczności
Sylwia Hołowacz	Pasłek	XI — 2, XII — 2, XIII — 6
Janusz Kobyra	Pasłek	III — 3, IV — 3, V — 8
Lesław Łopacki	Pasłek	VI — 5, VII — 2, VIII — 3
Grzegorz Nowak	Radziejów	XIV — 5, XV — 8, XVI — 5
Aleksander Sadowski	Włocławek	XVI — 1, XVII — 3, XVIII — 2
Michał Siwak	Tuchów	X — 5, XI — 2, XII — 7
Tomasz Weselak	Grudziądz	VI — 8, VII — 5, VIII — 1

Miejscowości z największą liczbą laureatów OMSA

Pasłek — 20, Toruń — 18, Grudziądz — 16, Łódź — 12, Włodawa — 11, Kołobrzeg — 10, Olsztyn — 9, Warszawa — 7, Częstochowa — 6, Kraków — 5, Lębork — 5

dący obecnie adiunktem w Centrum Astronomii Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu oraz członkiem zespołu redakcyjnego „Uranii — Postępów Astronomii”, przed laty pisał konkursowe referaty i wygłaszał je podczas wojewódzkich seminariów w Olsztynie oraz podczas MMSA w Grudziądzu. Z kolei prof. Robert Głębocki zaszczycił swoją obecnością OMSA nawet wtedy, gdy pełnił funkcję ministra edukacji.

W październiku każdego roku z Olsztyńskiego Planetarium wysyłana jest

propozycja rozpisania kolejnej edycji konkursu. Adresatami — w roku 2003 było ich ponad 200 — są wszystkie kuratoria oświaty urzędów wojewódzkich, departamenty edukacji (oświaty) urzędów marszałkowskich, placówki doskonalenia nauczycieli — WOM-y, ODN-y i inne, planetaria i miłośnicze obserwatoria astronomiczne, oddziały Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii, obserwatoria astronomiczne i inne placówki wyższych uczelni oraz Polskiej Akademii Nauk, zainteresowane szkoły i nauczyciele, a wreszcie inne zainteresowane instytucje i osoby. Do propozycji dołączony jest wzór regulaminu wojewódzkiego konkursu i seminariów oraz różne informacje organizacyjne. Konkursy są rozpisywane zwykle w listopadzie, a terminem nadsyłania pisemnych prac jest koniec stycznia lub pierwsza połowa lutego. Nadesłane referaty są wstępnie oceniane i kilka — kilkanaście najlepszych jest typowanych do wygłoszenia podczas wojewódzkich seminariów, które odbywają się zwykle na przełomie lutego i marca. Wynikiem wojewódzkiego seminariów jest wytypowanie dwóch referatów, które będą ponownie wygłoszone podczas seminariów ogólnopolskiego. W charakterze słuchaczy-kibiców na ogólnopolskie seminaria mogą też być wysłani dwaj



Prof. Robert Głębocki, stałym juror OMSA, jako Minister Edukacji Narodowej za chwilę wręczy nagrodę laureatce I miejsca (1991 r.) Małgorzacie Patynie

uczniowie, którzy w swoim województwie zajęli 3 i 4 miejsce. Ogólnopolskie Młodzieżowe Seminarium Astronomiczno Astronautyczne dla laureatów seminariów wojewódzkich odbywa się w Planetarium i Obserwatorium Astronomicznym w Grudziądzku pod koniec marca. XXI OMSA w 2005 r. zaplanowano na 7, 8 i 9 dzień kwietnia, z uwagi na wczesną marcową Wielkanoc.

Wybór marcowego terminu nie jest przypadkowy. 21 marca 1522 r., podczas zjazdu stanów Prus Królewskich, warmiński kanonik Mikołaj Kopernik przedstawił w Grudziądzku traktat *O szacunku monety*. Kilka lat później Kopernik sformułował bardzo ważne prawo ekonomiczne, opisujące zjawisko wy pierania dobrego pieniądza przez gorszy, zwane dzisiaj inflacją. W 1981 r.

zaczerpnięty z ekonomii termin „inflacja” pojawił się w astronomii, a konkretnie w kosmologii. Tak czy inaczej, bez dobrego pieniądza nie jest możliwe ani prowadzenie badań, ani popularyzowanie wiedzy o Wszechświecie. Komisja Współpracy Planetariów Polskich nie dysponuje żadnymi własnymi funduszami. Koszty organizacji wojewódzkich konkursów i seminariów w całości ponoszą lokalni organizatorzy, zaś koszty udziału uczniów i opiekunów w OMSA, pokrywają zwykle ich macierzyste szkoły. Organizacyjne koszty OMSA, w tym także koszty części nagród, ponoszą: Zespół Szkół Technicznych w Grudziądzku, przy którym działa Grudziądzkie Planetarium, Fundacja Astronomii Polskiej, Olsztyńskie Planetarium i Obserwatorium Astronomiczne, Polskie To-

warzystwo Astronomiczne, Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii i Polskie Towarzystwo Astronautyczne. Nagrody fundują: kuratorzy oświaty, marszałkowie województw, starostowie powiatów, prezydenci miast, przewodniczący rad miejskich, prezes spółdzielni mieszkaniowej w Grudziądzku (dawny uczestnik OMSA), dyrektorzy konkretnych szkół oraz wydawnictwo Prószyński i S-ka. Wszystkim sponsorom serdecznie dziękujemy i mamy nadzieję, że nadal będą nas wspierać.

Celem konkursów i seminariów jest popularyzowanie wiedzy o Wszechświecie i rozbudzanie zainteresowania młodzieży najstarszą a bardzo intensywnie się teraz rozwijającą nauką, jaką jest astronomia, oraz najnowszą dziedziną ludzkiej działalności, czyli astronautyką.

Autorzy i referaty, które podczas OMSA zajęły pierwsze miejsca

Rok i numer OMSA	Autor (autorzy)	Miejscowość	Tytuł referatu
1985 – I	Beata Gałecka	Warszawa	Plamy słoneczne
1986 – II	Dariusz Górkó	Pasłek	Próba pomiaru prędkości ekspansji otoczki gwiazdy Vulpeculae 1984
1987 – III	Sławomir Górný	Toruń	Komputerowe modelowanie krzywej zmian blasku gwiazd zaćmieniowych
1988 – IV	Marcin Kościelecki	Toruń	Pulsacje gwiazd
1989 – V	Krzysztof Rumiński	Toruń	Obserwujemy kominy
1990 – VI	Maciej Konacki	Toruń	Półregularne gwiazdy zmienne
1991 – VII	Małgorzata Patyna	Sępólno Kraj.	Amatorska radioastronomia
1992 – VIII	Tomasz Weselak	Grudziądz	Wizualne obserwacje Mir
1993 – IX	Robert Szaj	Pasłek	Próba wyznaczenia okresu obrotu niektórych planetoid
1994 – X	Łukasz Wyrzykowski Mariusz Kośkiewicz	Choszczno	Radio teleskop Lambda – budowa, zasada działania i zastosowanie
1995 – XI	Artur Gawryszczak	Chełm	Powstanie struktury spiralnej w galaktykach
1996 – XII	Michał Nowak	Grudziądz	Obserwacyjne wyznaczanie momentów ekstremów blasku gwiazd zmiennych
1997 – XIII	Radosław Smolec *	Grudziądz	Moje obserwacje Jowisza
1998 – XIV	Krzysztof Kamiński	Poznań	Amatorskie obserwacje astronomiczne
1999 – XV	Radosław Smolec *	Grudziądz	Analiza ruchu biegunów niebieskich i geograficznych
2000 – XVI	Aleksander Sadowski	Włocławek	Poszukiwanie pozasłonecznych układów planetarnych
	Tomasz Zwoliński	Wołomin	Obserwacje zjawisk zakryciowych
2001 – XVII	Aleksandra Łubnicka	Włodawa	Fale grawitacyjne i próby ich wykrycia
2002 – XVIII	Piotr Wirkus *	Lębork	Obserwacja i wyjaśnienie analemmy Słońca
2003 – XIX	Piotr Wirkus *	Lębork	Obserwacje gazowych olbrzymów Jowisza i Satuma
	Agata Karska **	Inowrocław	Na tropie zmienności gwiazd
2004 – XX	Krzysztof Tora	Kraków	Różnicowa rotacja Słońca

* Radosław Smolec oraz Piotr Wirkus dwukrotnie zajęli pierwsze miejsca

** pierwsze miejsce w kategorii „młodzieżowe prace badawcze”

Tabela 1

Liczba referatów nadesłanych na wojewódzkie konkursy i wygłoszonych podczas wojewódzkich seminariów w latach 1999/2000 – 2003/2004

Rok szkolny	1999 / 2000			2000 / 2001			2001 / 2002			2002 / 2003			2003 / 2004		
Ilość referatów	nadesiane na konkurs	zakwalifikowane na seminarium	wygłoszone podczas seminarium	nadesiane na konkurs	zakwalifikowane na seminarium	wygłoszone podczas seminarium	nadesiane na konkurs	zakwalifikowane na seminarium	wygłoszone podczas seminarium	nadesiane na konkurs	zakwalifikowane na seminarium	wygłoszone podczas seminarium	nadesiane na konkurs	zakwalifikowane na seminarium	wygłoszone podczas seminarium
Województwo															
Dolnośląskie	19	8	8	28	14	14	55	14	12	20	11	11	18	18	13
Kujawsko-Pomorskie	105	19	19	48	16	16	44	16	16	52	17	15	43	10	10
Lubelskie	-	1	0	57	12	12	101	10	9	84	11	11	99	12	12
Lubuskie	112	12	12	0	0	0	62	15	15	2	2	2	1	1	0
Łódzkie	135	7	7	116	5	5	113	5	5	89	7	7	74	6	6
Małopolskie	121	12	6	228	6	6	203	7	7	114	6	6	221	6	6
Mazowieckie	167	11	11	214	8	8	9	9	9	6	6	5	8	8	5
Opolskie	3	3	0	6	4	4	4	2	2	0	0	0	3	2	2
Podkarpackie	0	0	0	6	6	4	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Podlaskie	0	0	0	34	9	8	30	8	7	22	10	9	3	3	3
Pomorskie	12	12	11	25	15	15	95	31	24	55	22	22	25	17	16
Śląskie	197	7	7	73	7	7	38	11	11	21	7	7	3	3	0
Świętokrzyskie	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	12	12	101	12	10
Warmińsko-Mazurskie	78	11	11	65	12	12	37	10	10	50	12	12	33	10	10
Wielkopolskie	1	1	0	16	10	10	20	20	16	62	37	35	44	27	27
Zachodniopomorskie	89	13	13	34	22	20	51	11	10	32	10	8	53	11	11

Tabela 2

Akcja konkursów na referat oraz młodzieżowych seminariów astronomicznych w latach 1999/2000 – 2003/2004

Rok szkolny	1999–2000	2000–2001	2001–2002	2002–2003	2003–2004
Liczba województw, w których rozpisano konkursy (przygotowano konkursowe referaty)	13	14	14	14	16
Liczba referatów przesyłanych na wojewódzkie konkursy	1040	950	862	632	730
Liczba referatów zakwalifikowanych do wojewódzkich seminariów	117	146	169	170	147
Liczba województw, w których odbyły się seminaria	10	14	14	14	13
Liczba referatów wygłoszonych podczas wojewódzkich seminariów	105	141	153	162	131
Numer OMSA	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX
Termin	30.03.–1.04.	29.–31.03.	21.–23.03.	27.–29.03.	24.–27.03.
Liczba referatów wygłoszonych podczas OMSA	28	29	31	32	28
Uczestnicy OMSA – autorzy referatów	32	33	36	41	33
Uczestnicy OMSA – słuchacze-kibice	31	27	23	23	18
Uczestnicy OMSA – opiekunowie młodzieży	15	16	15	15	15
Liczba jurorów	6	7	7	8	7

W obydwu tych dziedzinach jest zawarty ogromny ładunek treści poznawczych, absolutnie niezbędnych współczesnemu wykształceniemu człowiekowi na progu nowego tysiąclecia, podczas którego będziemy zagospodarowywać nasze najbliższe kosmiczne otoczenie, czyli Układ Słoneczny. Uczestnicy konkursów piszą referaty na dowolnie przez siebie wybrane tematy z zakresu szeroko rozumianej astronomii lub astronautyki. Zgodnie z regulaminem, tematem referatu powinno być konkretne, wybrane zagadnienie, ale nie wyklucza się referatów przeglądowych, podsumowujących osiągnięcia astronomii lub astronautyki w całości lub osiągnięcia pewnych działań tych dziedzin wiedzy. Szczególnie pożądane są referaty, zawierające wyniki własnych obserwacji, obliczeń czy prac konstrukcyjnych autora, a także programy komputerowe.

W celu zapewnienia właściwego merytorycznego poziomu konkursów i seminariów jest wymagane, aby w wojewódzkiej komisji konkursowej (jury wojewódzkiego seminarium) zasiadała przynajmniej jeden zawodowy astronom. Oceniając referaty, wygłasiane



Jurorzy na jednym z OMSA, biorący wielokrotnie udział (od prawej) prof. Robert Głębocki, prof. Konrad Rudnicki, prof. Andrzej Woszczyk, dr Jadwiga Biała, dr Henryk Brancewicz, dr Krzysztof Rochowicz

podczas seminariów wojewódzkich oraz w Grudziądzku podczas OMSA, bierze się pod uwagę kilka czynników. Główną podstawą oceny jest oczywiście merytoryczna wartość i poprawność referatu. Ale równie ważne są jego walory dydaktyczne, więc ocenie podlega też zwięzłość wypowiedzi (na wygłoszenie referatu przeznaczonych jest maksymalnie 15 min), sposób jego prezentacji przed licznym audytorium oraz poziom wyjaśnień udzielanych podczas dyskusji. Uczestnicząc w konkursach i seminariach, młodzież poszerza oczywiście swoją wiedzę, ale przy okazji nabywa umiejętności, jakie nie są potrzebne podczas olimpiad przedmiotowych, a są bardzo przydatne podczas późniejszych studiów czy pracy zawodowej. Uczy się mianowicie samodzielnego zbierania potrzebnych informacji, publicznego prezentowania efektów swej pracy przed licznym fachowym audytorium, opanowania tremy towarzyszącej często publicznym wystąpieniom, a także obrony swoich poglądów w trakcie dyskusji. Środowisko

astronomiczne bardzo wysoko ocenia akcję konkursów i seminariów, podkreślając jej kształcącą i wychowawczą rolę. W roku 1993 Polskie Towarzystwo Astronomiczne przyznało zespołowi organizacyjnemu swą najwyższą prestiżową nagrodę — medal im. Włodzimierza Zonna za popularyzację wiedzy o Wszechświecie. Opinie zawodowych astronomów na temat akcji konkursów i seminariów zawarte są w sprawozdaniach z kolejnych OMSA, publikowanych w czasopiśmie *Urania – Postępy Astronomii* zeszyty: 1/1995, 2/1996, 2/1997, 3/1998, 4/1999, 3/2000, 3/2001, 4/2002, 3/2003, 4/2004. Na koniec przytoczymy opinię prof. Roberta Głębockiego:

Cale przedsięwzięcie jest zarazem wspaniałe i zdumiewające. Wspaniałe, bo angażuje setki młodych ludzi (w 2000 roku około tysiąca) do aktywnego zainteresowania się astronomią. Zdziwiające, bo praktycznie jedną nagrodą za dobre opracowanie referatu czy też opis własnych obserwacji jest publiczny występ w Grudziądzku wobec profesjonalnego jury. (...) Zdziwiająca jest także trwałość imprezy. Pretrzymała ona zmiany ustrojowe, zmiany podziału administracyjnego, a jestem pewien, że przetrzyma reformę systemu edukacyjnego.

Kazimierz Schilling
Małgorzata Śróbka-Kubiak



Laureaci Ogólnopolskich Seminariów (od lewej) Małgorzata Śróbka-Kubiak (2-krotny laureat), Paweł Sobotko (4-krotny laureat) i Robert Szaj (5-krotny laureat)

Pewien astronom z Krakowa
Na temat OMSY rymował.
Więc Redaktor Naczelny
Wpadł na pomysł dzielny
I w Uranii to wydrukował.
(kg)

Refleksje i wnioski z przebiegu Ogólnopolskich Młodzieżowych Seminariów Astronomicznych (OMSA) w Grudziądzku w ostatnich latach spisane w formie limeryków przez prof. dra hab. Konrada Rudnickiego z Obserwatorium Astronomicznego Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie:

*Kłopot miała dziewczyna z Sopotu,
Że jej chłopak był ćwok, bez polotu.
Lecz gdy pojechał na OMSĘ
To zaraz znalazł inną se
I wybawił dziewczynę z kłopotu.*

*Pewien uczeń z przysiółka Powązy
Na półrocze miał nic, tylko pały.
Lecz jak się sprawdził na OMSIE
Zaraz spodobał belfrom się,
Aż wytrzeszczyli nań gaty.*

*Powściągliwa mamusia z Lublina
Nie wierzyła w szanse swego syna.
Więc gdy donieśli świadkowie,
Że na OMSIE syn stanął na głowie,
Postawiła całą beczkę wina¹.*

*Rok w rok pewien belfer spod Kłajna
Nie mógł z pensji przeżyć do maja.
Lecz kiedy swego pupilka
Wysłał na OMSĘ razy kilka
Sławę zyskał i kupił buhaja.*

*Pewien urzędnik z oświaty,
Co miał światopogląd kosmaty²,
Jak usłyszał na OMSIE o Wszechświecie
Popadł w zachwyt jak nieletnie dziecię
I se sprawił teleskop na raty.*

*Tremę miała studentka z Poznania
Odpowiadać na chytre pytania
Lecz poznawszy w Grudziądzku się z OMSĄ,
Jakie tam odpowiedzi ludziom są,
Nabrała do siebie zaufania.*

*Pewien astronom z Olkusza³,
Co to się miał za geniusza,
Jak usłyszał OMSOWSKIE referaty
Zwątpił w fakty i w paradygmaty –
Wprost spokorniała mu dusza.*



Przewodniczącym Seminariów od początku był dr Kazimierz Schilling



W ciągu 20 lat Ogólnopolskiego Seminarium tylko 2 osoby zajęły dwukrotnie I miejsce: Radosław Smolec z Grudziądzka (XIII, XV OMSA, gratulacje mu składa prof. Andrzej Strobel z UMK),



oraz Piotr Wirkus z Lęborka (XVIII, XIX OMSA, nagrody wręcza Prezes PTMA dr Henryk Brancewicz)

¹ Żadnego wykroczenia, proszę państwa, w tym nie było, bo syn miał ukończone 18 lat.

² Nie chcę nikogo przerazić, ale to był światopogląd postkomunistyczny!

³ Marku, Michale, to o żadnym z Was. Po prostu nie mogę znaleźć innej miejscowości z rymem do geniusza.

Obserwacja „efektów brzegowych” w czasie tranzytu Wenus 8 czerwca 2004

Zbliżające się w dniu 8 czerwca br. zjawisko przejścia Wenus na tle tarczy Słońca wywoływało uczucia podobne do tych, które towarzyszyło zaćmieniu Słońca na Węgrzech w 1999 r., jednak tym razem przygotowaniom do jego obserwacji towarzyszyło odczucie, iż nie wolno go przeoczyć, gdyż następnej okazji może już nie być. W związku z powyższym głównym problemem stawała się pogoda, niestety w ostatnim okresie bardzo kapryśna i, pomimo wydawałoby się pogodnej pory roku, bardzo niepewna. Wprawdzie całosławia zjawiska miała trwać ponad 7 godz., a więc mogłoby się wydawać, że w tym czasie szansa na pogodne niebo jest spora, jednak największe nasze zainteresowanie budziły zjawiska związane z trwającymi jedynie po 20 min okresami wejścia izejścia Wenus na tarczę i z tarczą Słońca.

Mając możliwość przemieszczania się samochodem, doszliśmy do wniosku, że najlepszym sposobem na zapewnienie sobie dobrej pogody nie będzie czekanie na nią w Krakowie, lecz udanie się w takie miejsce, gdzie ze 100% pewnością mogliśmy liczyć na bezchmurne niebo. Pomocą w planowaniu miejsca obserwacji były mapki Numerycznej Prognozy Pogody dostępne na stronie ICM (<http://weather.icm.edu.pl/>). Już dzień wcześniej stawało się jasne, że bezchmurne niebo w rejonie Krakowa jest możliwe, jednak pewność (zwłaszcza na początku zjawiska) można mieć już na, niedalekiej przecież, zachodniej Słowacji. W miarę zbliżania się terminu zjawiska, prognozy były coraz dokładniejsze i, po ostatnim ich sprawdzeniu (o godz. 2:00), o 3:15 wyruszyliśmy w drogę na południe. Widząc nad sobą w Krakowie bezchmurne niebo, mieli-

śmy jednak wątpliwości, czy czynimy słusznie. Przyszłość pokazała, że zrobiliśmy dobrze...

Nasz plan obejmował przede wszystkim staranną obserwację zjawisk zachodzących w pobliżu kontaktów tarczy planety z tarczą Słońca. W szczególności chcieliśmy zweryfikować istnienie opisywanych w XIX w. zjawisk, takich jak:

— widzialność tarczy Wenus tuż przed pierwszym kontaktem i tuż po czwartym kontakcie jako ciemnej plamki widocznej na tle najbardziej wewnętrznych części korony słonecznej,

— rozbłyski światła w atmosferze Wenus tuż po I kontakcie i tuż przed IV kontaktem,

— pojawienie się świetlistej „aureoli” atmosfery Wenus między I i II (oraz między III i IV) kontaktem, związanej z załamaniem się światła słonecznego w atmosferze planety (tzw. „efekt Łomonosowa”),

— „efekt kropli”, polegający na zniekształceniu obrazu Wenus, czy nawet pojawieniu się ciemnego „mostu” łączącego tarczę planety z brzegiem tarczy Słońca po II kontakcie (i przed III kontaktem), utrudniającego ustalenie dokładnego momentu kontaktu.

Weryfikacja wymienionych zjawisk wymagała przede wszystkim przejrzystej atmosfery, przy możliwie jak najmniejszej turbulencji. Oczywiście naturalnym rozwiązaniem były góry. W interesującym nas obszarze znajdują się pasma zachodnich Karpat, takie jak Wielka i Mała Fatra, Niżne Tatry i wiele mniejszych. W związku z tym na nasze miejsce obserwacyjne wybraliśmy górską ląkę na zboczach Niżnych Tatr, na wysokość ok. 1100 m n.p.m., ponad

znaną nam już z wyprawy na Węgry w 1999 r. przełęczą Donovaly. Sprzęt obserwacyjny stanowiły dwa zwierciadlane teleobiektywy typu MTO-11 (100/1000), przy pomocy których mieliśmy zamiar dokumentować fotograficznie nasze obserwacje, oraz teleskop systemu Newtona (170/1200) do obserwacji wizualnych, jak również do fotografii. Obserwacje wykonywaliśmy przy powiększeniach od 40× do 200×, wykorzystując filtry z folii mylarowej oraz szklane filtry chromowe.

Na miejscu (odległym od Krakowa dokładnie 200 km) byliśmy już o godz. 6, co umożliwiło spokojne przygotowanie się do planowanych obserwacji. Warunki były rzeczywiście wspaniałe — bardzo dobry seeing przy wspaniałej przejrzystości atmosfery. O jakości warunków obserwacyjnych może świadczyć doskonała widzialność granulacji słonecznej nie tylko przez teleskop Newtona, lecz także przez MTO.

Obserwacje zaczęliśmy już o 7:15, poszukując wspomnianej ciemnej tarczki Wenus zbliżającej się do tarczy Słońca. Zjawiska tego nie dostrzegliśmy, co może oznaczać, że XIX w. obserwatorzy bądź ulegli sugestii, bądź też tranzyt wypadł w okresie wzmożonej jasności korony (tym razem Słońce było wyjątkowo mało aktywne — widocznych było jedynie kilka pozbawionych półcieni porów, dających liczbę Wolfa równą zaledwie 37).

Pierwszy kontakt nastąpił planowo o 7:20 (nie notowaliśmy dokładnie momentów, gdyż nie to było celem naszych obserwacji), nie poprzedzony żadnymi dodatkowymi efektami. Planeta powoli wchodziła na tarczę Słońca, a my szukaliśmy śladów drugiego ze wspomnianych efektów, czyli błysków światła sło-



necznego w atmosferze Wenus. Tego zjawiska także nie zauważylismy. O 7:30, gdy tarcza planety już w połowie znajdowała się na tarczy Słońca, wokół jej zewnętrznej części pojawiła się bardzo słabo widoczna światlna „aureola”. „Aureola” ta stała się wyraźna w kilka minut później, gdy już 2/3 tarczy Wenus znalazło się na tarczy Słońca. Od tego momentu efekt ten widoczny był aż do II kontaktu o 7:39.

„Aureola” była efektem wyraźnym, jednak bardzo subtelnym. Była to bardzo cienka światlna otoczka, „obejmująca” ciemną tarczę Wenus poza brzegiem tarczy Słońca. Jej jasność, poczynając od chwili, gdy stała się ona wyraźnie widoczna, była stała w trakcie całego zjawiska, nie były także widoczne jakiekolwiek jej niejednorodności. Jednocześnie linia „aureoli” pozostawała niemierzalnie cienka przy obserwacjach zarówno przez MTO, jak i przez teleskop Newtona, co oznacza, że jej grubość (czyli grubość świecącej warstwy atmosfery Wenus) wynosiła z pewnością poniżej 1”, co przy ówczesnej odległości Wenus od Ziemi daje najwyżej 200 km.

Wbrew naszym oczekiwaniom, długi kontakt nastąpił bardzo „ostro” — Wenus po prostu oderwała się od brzegu tarczy słonecznej. Nie było żadnego zniekształcenia, efektu kropli, czy też „mostu”! Przypuszczamy, że te obserwowane w XIX w. efekty związane były z turbulencjami w atmosferze ziemskiej oraz, być może, niedoskonałą optyką używanego sprzętu. Mieliśmy zamiar ponownie zweryfikować istnienie wymienionych efektów przy III i IV kontakcie co, jak zobaczymy, niestety się nie udało.

Zmierzający zapewne do pracy przed godz. 8 mieszkańcy górskich wiosek najpewniej opowiedzieli „na dole” o spotkanych na hali obserwatorach, gdyż najpierw ok. 8:30 mieliśmy wizytę dziennikarza jednej ze słowackich stacji

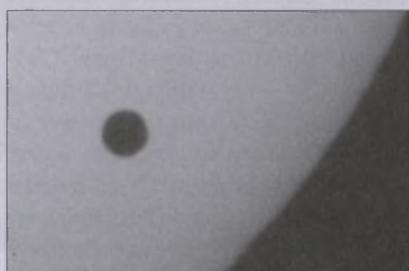
telewizyjnych, a następnie w pół godziny później podejmowaliśmy wycieczkę młodzieży (ok. 40 osób) ze szkoły podstawowej w Donovalach, pod przewodnictwem trzech nauczycielek, najwyraźniej zorganizowaną specjalnie w celu pokazania tego niezwykłego zjawiska. Widok Wenus na tarczy Słońca wzbudził duże zainteresowanie, zadawano nam wiele pytań zarówno o samo zjawisko, jak też o nasz sprzęt obserwacyjny.

Zbliżała się moment maksimum tranzytu o 10:22, jednocześnie jednak na niebie pojawiły się, początkowo pojedyncze, obłoki, które tuż po maksimum zasnuły całe niebo. Pragnąc kontynuować obserwacje, załadowaliśmy nasz sprzęt do samochodu i wyruszyliśmy na południowy zachód, gdzie prognoza ICM przewidywała nadal bezchmurne niebo. Tak też było, toteż kolejne stanowisko obserwacyjne ustawiliśmy nad strumieniem, na leśnej polanie na południowych stokach Kremnickich Wierchów, kilkanaście kilometrów na zachód od miasta Zwolen. W godzinę później tam też jednak dotarły chmury, które zmusiły nas do przemieszczenia się dalej, w rejon położony na zachód od miasta Žiar, w pasmo górskie Vtacznik. Tym razem jednak po niebie „chodziły” już duże ławice chmur, które pozwalały nam na oglądanie końca tranzytu w postaci „stopklatek” w dziurach między nimi. Niestety, jedna z ławic zasłoniła nam Słońce w czasie III, a druga w czasie IV kontaktu, co uniemożliwiło zweryfikowanie wcześniejszych spostrzeżeń.

Podsumowując, należy uznać naszą wyprawę za bardzo udaną. Początek tranzytu obserwowany był w doskona-



Godzina 7.14 UT, teleskop Newtona 165/1200 + konw. 2x + 1 pierścień pośredni (f=3000 mm), Fujichrome Provia 400 ASA, filtr mylarowy. Fot. Marcin Filipiak



Godz. 9.52 UT, ob. MTO-1000 + 2 konw. 2x (f=4000 mm), materiał jak wyżej, filtr chromowy. Fot. Marcin Filipiak

tych warunkach, co pozwoliło stwierdzić, że większość zjawisk opisywanych przez XIX w. obserwatorów nie wystąpiła i zapewne związane one były z turbulencjami atmosfery ziemskiej, niedoskonałością optyki oraz (być może) sugestią. Jedyny efekt rzeczywiście istniejący, czyli „efekt Łomonosowa” („aureola”), był znacznie mniej wyraźny, niżby to wynikało z dawnych rysunków czy też opisów. Jednocześnie wyprawa nasza dowiodła, że planując obserwacje, warto niekiedy pamiętać, że już niedaleko, na sąsiedniej Słowacji, oddalonej od naszego kraju łukiem Karpat, pogoda często jest lepsza niż w Polsce, a obecnie przemieszczanie się w tamten rejon nie stanowi problemu. Należy o tym pamiętać przy kolejnym, ostatnim już w XXI w., tranzycie Wenus w 2012 r.

Tomasz Ścieżor, Macin Filipiak
(Oddział Krakowski PTMA)



Wejście Wenus na tarczę Słońca w dniu 8.06. 2004. Kolejne zdjęcia obejmują okres od 7:15 do 7:50 CWE (fot. Tomasz Ścieżor)

Dąbrowscy miłośnicy astronomii zorganizowali pokazy przejścia Wenus na tle tarczy słonecznej

Dąbrowskie Obserwatorium i Koło Miłośników Astronomii im. St. R. Brzostkiewicza zorganizowały pokaz przejścia planety Wenus na tle tarczy słonecznej dla dzieci, uczniów szkół i mieszkańców naszego miasta.

7 czerwca od rana trwały gorączkowe przygotowania przed tym niecodziennym zjawiskiem, sprawdzanie sprzętu: kamery CCD, monitora TV, aparatu fotograficznego, samego teleskopu i mechanizmu zegarowego. Okazało się, że wszystko było sprawne i działało bez zarzutu. Postanawiam przywieźć jeszcze mój prywatny sprzęt obserwacyjny. Wszystko było gotowe do pokazów. Liczymy na dużą frekwencję, ponieważ całą sprawę nagłosniliśmy w mediach. Następny dzień, 8 czerwca, jedna z ważniejszych dat chyba dla wszystkich astronomów amatorów. Godzina 4 rano. Nie mogę spać. Trudno się dziwić. Niestety, wcześniejsze prognozy pogodowe nie są ciekawe. Ma być pochmurno. Idąc do szkoły, gdzie mieści się obserwatorium, modliliem się o zmianę pogody, gdyż chmury pokrywały całe niebo. Mimo zlej pogody otwieram kopułę obserwatorium, ustawiam główny teleskop, podłączam całe oprzyrządowanie. W tym czasie dochodzą koledzy Kajetan Wiecha i Damian Hutniczak, członkowie DKMA, uczniowie pobliskiego liceum, których

na tę okoliczność zwolniłem z zajęć lekcyjnych. Kajetan i Damian zasiadają za klawiaturą komputera, ja udaję się pod kopułę obserwatorium. Chmury nadal zakrywają tarczę słoneczną. Godzina 7:10 — trochę się przejaśnia, jest szansa. Godzina 7:40 — już się zaczęło. Atmosfera staje się nerwowa. — Jest! Ukażała się nam tarcza słoneczna. Co za widok! Na ekranie zobaczyliśmy oczywiście tylko jej fragment ze względu na długą ogniskową teleskopu. Jest i Wenus. Widoczność wspaniała. Widać małe grupy plam i granulacje oraz pochodnie fotosferyczne. Moim refraktorem Merz 60/800 robię zdjęcia, stosując projekcję okularową i okular Super Plóssla $f = 9$ mm oraz małoobrazkową lustrzankę marki Praktica-L, nie zapominając o filtrze obiektywowym. Robimy zdjęcia. Nasza cyfrowa kamera podpięta jest do małego szukacza refraktora 64/400 i przenosi aktualny obraz do sali, gdzie znajduje się komputer. Wszystko rejestrujemy na twardym dysku PC i nagrywamy na video. Obraz jest przesyłany do podwieszonego pod sufitem rzutnika multimedialnego. Przychodzą pierwsi uczniowie. Sprawiają wrażenie raczej zaciekałowych. Dochodzi 8:00, nasza sala zaczyna się zapełniać. Zaczęło się. Wycieczka za wycieczką! Rozdzwoniły się telefony, wszystkie szkoły chcą nas dziś odwiedzić. Dzwoni Jacek Uniwersał, który zorganizował pokazy w Kra-

kowie, pytając o warunki pogodowe. Pojawia się prasa, pierwsze wywiady, zdjęcia i pytania o samo zjawisko, o nasze nietypowe zainteresowania, o sprzęt mieszczący się w obserwatorium, o historię powstania miłośniczego ruchu astronomicznego w Dąbrowie Górnicy. Udzielamy wyczerpujących odpowiedzi. Około godziny 11:30 dołącza do naszej grupy kolega Ryszard Miglus miłośnik astronomii z Dąbrowy-Gołonoga. Dzień jest nerwowy. Musimy zapanować nad dzieciakami. Sala pustoszeje, aby za chwilę ponownie się zapełnić. W obserwatorium jest dość ciasno, pomieszczenie ma zaledwie 3,20 m średnicy, a trzeba było umieścić monitor kontrolny, płytanię kabli i mój prywatny refraktor. Tu nie zapraszamy nikogo oprócz fotoreporterów. Całe zjawisko ma się ku końcowi. Pogoda zaczyna szwankować, ale dotrwałyśmy do samego końca.

Nasze obserwatorium w tym wyjątkowym dniu odwiedziło łącznie około 1500 osób: uczniów i mieszkańców naszego miasta. Wykonaliśmy 48 zdjęć cyfrowych, 36 zdjęć, wykorzystując tradycyjną fotografię, zarejestrowaliśmy 48 min materiału filmowego. Korzystaliśmy z następującego sprzętu: teleskop zwierciadlany systemu Cassegraina o średnicy lustra głównego $D = 504$ mm i ogniskowej $f = 7094$ mm, stosując projekcję okularową i ekran słoneczny; refraktor — szukacz należący do głównego instrumentu o średnicy obiektywu $D = 64$ i $f = 400$ mm; kamera CCD kolor 0,05 Lux 570 linii, rzutnik multimedialny Sanyo; magnetowid Thomson; komputer PC pr.P-4; oraz refraktor Merz 60/800 i ap. fot. Praktica-L. Żałujemy, że nie udało się nam przeprowadzić obserwacji tego zjawiska, to znaczy wyznaczyć czas, w którym następowały kolejne krytyczne kontakty tarcz Wenus i Słońca. Podsumowując, uważam, że jednak udało nam się zorganizować niezłą imprezę multimedialną skierowaną do wszystkich miłośników astronomii w naszym mieście: uczniów, dzieci i osób dorosłych.

Dariusz W. Nelle



Fot. Grzegorz Górecki

9:48:00 MEZ DS

Interesujące obiekty: GOŁĄB, HERKULES

GOŁĄB

NGC 1792 [$\alpha: 05^{\text{h}} 05^{\text{m}} 15,1^{\text{s}}$, $\delta: -37^{\circ} 58' 47"$] — galaktyka spiralna o rozmiarach $5,6' \times 2,9'$ i jasności 10,2 mag.

NGC 1808 [$\alpha: 05^{\text{h}} 07^{\text{m}} 42,7^{\text{s}}$, $\delta: -37^{\circ} 30' 51"$] — galaktyka spiralna o jasności 9,9 mag. i rozmiarach $6,3' \times 4,3'$.

Obie galaktyki będącymi mogli zaobserwować za pomocą teleskopu o średnicy 100–150 mm i powiększeniu 50–100 razy. Do obserwacji fotograficznych powinniśmy użyć teleskopu o średnicy co najmniej 150 mm i ogniskowej od 2000 do 3000 mm.

NGC 1851 [$\alpha: 05^{\text{h}} 14^{\text{m}} 06,3^{\text{s}}$, $\delta: -40^{\circ} 02' 50"$] — gromada kulista o jasności 7,3 mag. i średnicy 11'. NGC 1851 będącymi mogli zaobserwować w lornetce 10×50 lub 20×60. Jeśli chcemy wykonać fotografię tej gromady, to odpowiedni będzie teleskop o średnicy 80–100 mm i ogniskowej 1500–2000 mm.

NGC 2090 [$\alpha: 05^{\text{h}} 47^{\text{m}} 02,3^{\text{s}}$, $\delta: -34^{\circ} 15' 05"$] — galaktyka spiralna o rozmiarach $5,0' \times 2,5'$ i jasności 11,2 mag.

NGC 2188 [$\alpha: 06^{\text{h}} 10^{\text{m}} 09,6^{\text{s}}$, $\delta: -34^{\circ} 06' 22"$] — galaktyka spiralna o jasności 11,7 mag. i rozmiarach $4,7' \times 1,2'$.

Do obserwacji wizualnych galaktyk NGC 2090 i NGC 2188 będącymi mogli użyć teleskopu o średnicy zwierciadła 200–250 mm i powiększeniu od 60 do 120 razy. W przypadku fotografowania możemy użyć teleskopu o analogicznej średnicy i ogniskowej z zakresu 2000–3000 mm.

HERKULES

NGC 6205 (M 13) [$\alpha: 16^{\text{h}} 41^{\text{m}} 41,5^{\text{s}}$, $\delta: +36^{\circ} 27' 37"$] — największa gromada kulista na niebie północnym. Dzięki dużej jasności (5,9 mag.) i rozmiarom na sferze niebieskiej (23') jest jednym z najczęściej obserwowanych obiektów mgławicowych. Do obserwacji gromady M 13 można wykorzystać lornetkę (7×30, 10×50, 20×60). W przypadku obserwacji fotograficznych godne polecenia są popularne obiekty zwierciadlane o ogniskowych 500 oraz 1000 mm.

NGC 6229 [$\alpha: 16^{\text{h}} 46^{\text{m}} 58,9^{\text{s}}$, $\delta: +47^{\circ} 31' 40"$] — gromada kulista o jasności 9,4 mag. i średnicy kątowej 3,8'. Odpowiednim instrumentem do obserwacji wizualnych tej gromady będzie teleskop o średnicy 100–150 mm i powiększeniu wynoszącym od 50 do 100 razy. Fotografując NGC 6229, powinniśmy użyć teleskopu o średnicy zwierciadła 125–170 mm i ogniskowej 1500–2500 mm.

NGC 6341 (M 92) [$\alpha: 17^{\text{h}} 17^{\text{m}} 07,3^{\text{s}}$, $\delta: +43^{\circ} 08' 11"$] — gromada kulista o średnicy 11' i jasności 6,5 mag. M 92 bę-

dziemy mogli zaobserwować za pomocą lornetki 10×50 lub 20×60. Do obserwacji fotograficznych możemy wykorzystać teleskop o średnicy 70–100 mm i ogniskowej z zakresu 500–1200 mm.

NGC 6166 [$\alpha: 16^{\text{h}} 28^{\text{m}} 38,4^{\text{s}}$, $\delta: +39^{\circ} 33' 03"$] — galaktyka eliptyczna o jasności 11,8 mag. i rozmiarach $2,2' \times 1,7'$.

NGC 6181 [$\alpha: 16^{\text{h}} 32^{\text{m}} 20,8^{\text{s}}$, $\delta: +19^{\circ} 49' 29"$] — galaktyka spiralna o jasności 11,9 mag. i rozmiarach $2,5' \times 1,1'$.

NGC 6207 [$\alpha: 16^{\text{h}} 43^{\text{m}} 04,3^{\text{s}}$, $\delta: +36^{\circ} 49' 58"$] — galaktyka spiralna o rozmiarach $3,0' \times 1,2'$ i jasności 11,6 mag.

NGC 6482 [$\alpha: 17^{\text{h}} 51^{\text{m}} 49,0^{\text{s}}$, $\delta: +23^{\circ} 04' 19"$] — galaktyka eliptyczna o jasności 11,4 mag. i rozmiarach $2,1' \times 1,8'$.

NGC 6487 [$\alpha: 17^{\text{h}} 52^{\text{m}} 42,2^{\text{s}}$, $\delta: +29^{\circ} 50' 17"$] — galaktyka o rozmiarach $1,9' \times 1,7'$ i jasności 11,9 mag.

NGC 6548 [$\alpha: 18^{\text{h}} 05^{\text{m}} 59,0^{\text{s}}$, $\delta: +18^{\circ} 35' 11"$] — galaktyka o jasności 11,7 mag. i rozmiarach $2,9' \times 2,8'$.

Powyzszą grupę galaktyk będącymi mogli zaobserwować za pomocą teleskopu o średnicy 200–250 mm i powiększeniu od 60 do 120 razy. W przypadku fotografowania powinniśmy użyć teleskopu o analogicznej średnicy i efektywnej ogniskowej z zakresu 2000–4000 mm.

PK 51+9.1 [$\alpha: 18^{\text{h}} 49^{\text{m}} 44,9^{\text{s}}$, $\delta: +20^{\circ} 50' 31"$] — mgławica planetarna o jasności 11,4 mag. i średnicy kątowej 3,0'. W centrum tej mgławicy znajduje się gwiazda o jasności 13,3 mag. W przypadku obserwacji wizualnych odpowiedni będzie teleskop o średnicy 200–250 mm i powiększeniu 80–150 razy. Fotografując PK 51+9.1, powinniśmy użyć teleskopu o średnicy co najmniej 250 mm i efektywnej ogniskowej od 4000–8000 mm.

NGC 6210 [$\alpha: 16^{\text{h}} 44^{\text{m}} 29,8^{\text{s}}$, $\delta: +23^{\circ} 48' 31"$] — mgławica planetarna o jasności 9,7 mag. i rozmiarach $20'' \times 13''$. W centrum NGC 6210 znajduje się gwiazda o jasności 12,5 mag. Do obserwacji wizualnych powinniśmy użyć teleskopu o średnicy 100–150 mm i powiększeniu 50–100 razy. Fotografię tej mgławicy możemy wykonać za pomocą teleskopu o średnicy 125–170 mm i ogniskowej 2000–4000 mm.

IC 4593 [$\alpha: 16^{\text{h}} 12^{\text{m}} 14,9^{\text{s}}$, $\delta: +12^{\circ} 04' 21"$] — mgławica planetarna o jasności 11,0 mag. i rozmiarach $13'' \times 10''$. W centrum tej mgławicy znajduje się gwiazda o jasności 11,2 mag. W przypadku obserwacji wizualnych można użyć teleskopu o średnicy 150–200 mm i powiększeniu 50–100 razy. Do sfotografowania IC 4593 odpowiedni będzie teleskop o analogicznej średnicy i efektywnej ogniskowej od 3000 do 5000 mm.

Wiesław Skórzyński



Analiza wymiarowa w nauczaniu fizyki i astronomii

Warto chyba przypomnieć tę, od dawna znaną, metodę. Wg Encyklopedii fizyki [1]: „analiza wymiarowa to metoda wyznaczania związków pomiędzy wynikającymi z pomiaru wartościami liczbowymi wielkości fizycznych istotnych dla badanego procesu.” Podstawą metody jest prawo jednorodności wymiarowej. Z tego właśnie prawa korzystamy często przy ustalaniu wymiaru wielkości pochodnych, ustalaniu jednostek tych wielkości i sprawdzaniu poprawności równań.

Jakkolwiek metoda pozwala na ustalenie zależności z dokładnością do bezwymiarowego współczynnika, uzyskany wynik jest często wystarczający dla naszych celów (otrzymujemy charakter zależności funkcyjnej). Nieznajomość stałej staje się nieistotna, jeśli potrzebny jest nam jedynie stosunek interesujących nas wielkości [2], [3], [4], [5].

Posłużmy się kilkoma przykładami.

Przykład 1. Wyprowadźmy wzór na temperaturę w centrum gwiazdy. Możemy przypuszczać, że zależy ona od masy gwiazdy M, jej promienia R, stałej grawitacyjnej G, składu chemicznego materii gwiazdy, który opiszemy, posługując się średnią masą molową μ i stałej gazowej A.

Możemy napisać:

$$T^1 = C \mu^x G^y A^z R^v M^u \quad \text{oraz}$$

$[T]^1 = C [\mu]^x [G]^y [A]^z [R]^v [M]^u$ skąd po podstawieniach

$$\begin{aligned} K^1 &= C (\text{kg mol}^{-1})^x (\text{m}^3 \text{s}^{-2} \text{kg}^{-1})^y (\text{kg}^1 \text{m}^2 \text{s}^{-2} \text{mol}^{-1} \text{K}^{-1})^z \\ K^1 &= C (\text{kg mol}^{-1})^x (\text{m}^3 \text{s}^2 \text{kg}^{-1})^y (\text{kg m}^2 \text{s}^{-2} \text{mol}^{-1} \text{K}^{-1})^z (\text{m}^v) (\text{kg}^u) = \\ &= C \text{ kg}^{(x-y+z+u)} \text{ m}^{(3y+2z+v)} \text{ mol}^{(l-x-z)} \text{ s}^{(-2y-2z)} \text{ K}^{-z} \end{aligned}$$

Prowadzi to do układu równań:

$$x - y + z + u = 0$$

$$3y + 2z + v = 0$$

$$-x - y = 0$$

$$-2y - 2z = 0$$

$$-z = 1$$

Po rozwiązaniu układu mamy:

$$x = 1, y = 1, z = -1, v = -1, u = 1.$$

Zatem szukana przez nas zależność ma postać

$$T = C \frac{\mu GM}{AR} \quad (1)$$

W pierwszym przybliżeniu przyjmijmy, że gwiazda składa się wyłącznie z wodoru. Wówczas $\mu = 0,5$ (wodór całkowicie zjonizowany). Stałą C przyjmijmy za równą jedności. Po podstawieniu danych liczbowych dostajemy

$$T = 11,7 \times 10^6 \text{ K}$$

Wynik będzie bliższy prawdy, jeśli przyjmiemy na skład chemiczny Słońca:

$$\text{wodór} - 0,73$$

$$\text{hel} - 0,25$$

pozostałe pierwiastki – 0,02. Wówczas

$$\mu = \frac{1}{2x + \frac{3}{4}y + \frac{1}{2}z} = 0,6$$

co daje $T = 14 \times 10^6 \text{ K}$ i jest w bardzo dobrzej zgodności z wynikami uzyskiwanymi innymi metodami [6].

Wzór (1) warto zapisać w nieco innej postaci. Poóżmy

$$M = 2 \cdot 10^{30} \frac{M}{M_\odot}$$

oraz

$$R = 7 \cdot 10^7 \frac{R}{R_\odot}$$

gdzie: M_\odot – masa Słońca, R_\odot – promień Słońca.

$$\text{Wówczas } T = \frac{M}{M_\odot} \cdot \frac{R_0}{R} \cdot 14 \cdot 10^6 \text{ K}$$

Oczywiście zależność jest słuszna jedynie dla gwiazd o składzie chemicznym podobnym do składu Słońca (gwiazd ciągu głównego).

Przykład 2.

Przeprowadzone w latach 1988–1991 badania wiadomości uczniów w gimnazjach w Czechach i liceach w Polsce (częściowo również w ZSRR) [7], [8] wykazały niedostateczne umiejętności w stosowaniu praw promieniowania c.d.cz. (w szczególności prawa Stefana–Boltzmanna) przy uzyskiwaniu podstawowych charakterystyk gwiazd. Również to prawo (ściślej: występującą w nim zależność funkcyjną) możemy łatwo uzyskać metodą analizy wymiarowej. Zakładamy

$$e(T) = (kT)^x h^y c^z \text{ skąd}$$

$$\text{kg}^1 \text{s}^{-3} = (\text{kg m}^2 \text{s}^{-2})^x (\text{kg m}^2 \text{s}^{-1})^y (\text{m s}^{-1})^z$$

$$\text{kg}^1 \text{s}^{-3} = \text{kg}^{x+y} \text{ m}^{2x+2y+z} \text{ s}^{-2x-y-z} \text{ co daje układ równań}$$

$$x + y = 1, \quad 2x + 2y + z = 0, \quad -2x - y - z = -3$$

oraz rozwiązania: $x = 4, y = -3, z = -2$. Mamy więc

$$e(T) = C \frac{(kT)^4}{h^3 c^2} = C \frac{k^4}{h^3 c^2} T^4 = \sigma T^4$$

Mimo braku stałej bezwymiarowej C (w tym wypadku nie możemy przyjąć C = 1) wynik jest bardzo cenny. Po-

kazuje, że zdolność emisyjna bardzo silnie zależy od temperatury.

Możemy w tym miejscu poinformować, że wartość liczbową współczynnika σ została doświadczalnie wyznaczona przez J. Stefana już w roku 1879. Jej wartość to $5,67032 \times 10^{-3} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$ (współcześnie).

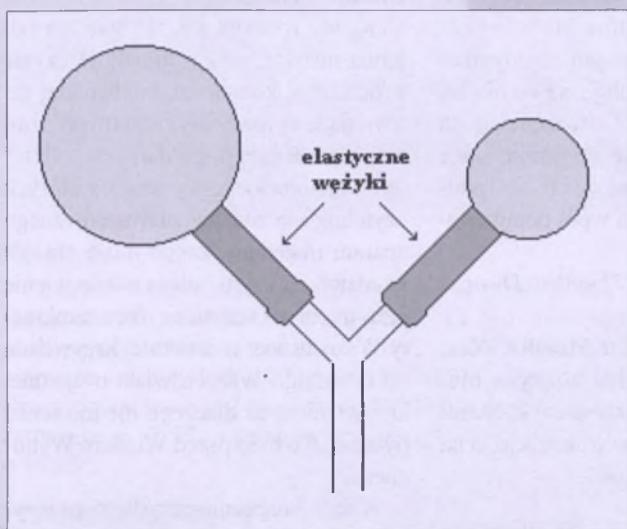
Przykład 3. Na końcach rurki wytworzono dwie bańki mydlane o różnych promieniach R_1 i R_2 . Jakie zmiany wystąpią w układzie i dlaczego? [9]

Ciśnienia wewnętrz baniek mogą zależeć jedynie od ich promieni i napięcia powierzchniowego cieczy σ (wodnego roztworu mydła). Metodą analizy wymiarowej znajdziemy łatwo

$$p = C \frac{\sigma}{R}$$

Rozwiążanie uzyskaliśmy bez znajomości stałej C (w rzeczywistości jest ona równa 2). Powietrze będzie przepływać z bańki o mniejszym promieniu do bańki o promieniu większym.

Uzyskany wynik łatwo sprawdzić doświadczalnie. Potrzebna będzie szklana rurka w kształcie litery T lub Y i dwa krótkie odcinki węzyka gumowego lub igielitowego, dające się nasunąć na rurkę szklaną (rysunek).



Węzyki pozwalają na zaciśnięcie w odpowiedniej chwili jednej z dróg przepływu wdmuchiwanego powietrza i uzyskanie baniek o różnych promieniach. Po zamknięciu otworu wlotowego obserwujemy przewidziany przepływ powietrza z bańki o mniejszym promieniu do bańki o większym.

Zauważmy na koniec, że stosowanie w nauczaniu metody analizy wymiarowej dobrze kształtuje intuicję naukową, rozwija logiczne myślenie, być może prowadzi do lepszego rozumienia fizyki (astrofizyki), a na pewno jest dobrym treningiem w operowaniu wymiarami wielkości fizycznych. Może też doprowadzić do zapamiętania: wielkość fizyczna to wartość liczbową + wymiar.

I jeszcze jedno. Metoda była wielokrotnie wykorzystywana w zadaniach wielu Olimpiad Fizycznych.

Juliusz Domański

Literatura

- [1] *Encyklopedia fizyki*, tom I, PWN, Warszawa 1972.
- [2] Huntley H., *Dimensional Analysis*, Dover Publ. Inc., New York 1967.
- [3] Molenda T., *Efektywność metody analizy wymiarowej*, Fizyka w Szkole, nr 3/1984.
- [4] Karpińczyk P., *Analiza wymiarowa i jej zastosowanie*, Fizyka w Szkole, nr 1/1981.
- [5] Dibaj E., Kapłan S., *Razmiernosti i podobije astrofizickich velicin*, Nauka, Moskwa 1976.
- [6] Domański J., *Twierdzenie o viriale w nauczaniu astronomii*, Fizyka w Szkole nr 3/1978.
- [7] Domański J., Stefl V., *Comparative Research of Pupils Knowledge of Astrophysics at Secondary Schools in Czechoslovakia and Poland*, SCRIPTA, Brno, Vol. 21/1991.
- [8] Domański J., Stefl V., Zinkovskij V., *Kak znajut astronomię szkolniki raznych stran*, Ziemia i Wsiennaja, Moskwa 3/1992.
- [9] Ścisłowski Cz., *Olimpiady Fizyczne XVII i XVIII*, WSiP, Warszawa 1971.

astronomia i muzyka

Co nowego dla ucha?

Chociaż pojęcie „muzyka kosmiczna” (*space music*) coraz rzadziej pojawia się w opisach nowości wydawniczych na rynku muzycznym, miłośnicy astronomii i muzyki mogą jeszcze znaleźć coś nowego dla swoego ucha. Na rynku krajowym pojawiło się ostatnio parę płyt, które można śmiało zaliczyć do tego nurtu. W szczególności polecam: Polaris, *Moo'n'sequences*, Remote Spaces vs. Odyssey, *Project Ypsilon* oraz Aquavoice, *Electronic Music*. Są to jednak wydawnictwa niszowe, wydawane własnym sumptem wykonawców (płyty CDR z oryginalną poligrafią).

W Europie wydawnictwem znanim z propagowania tego typu muzyki jest holenderski Groove Unlimited. Warto zajrzeć na jego strony internetowe (www.groove.nl) aby przejrzeć okazały spis płyt i posuchać ich fragmentów.

Uwaga: najnowszą płytę Polarisu można wygrać rozwiązując krzyżówkę na s. 240. (jd)



Frank H. Shu, Galaktyki. Gwiazdy. Życie. Fizyka Wszechświata. Przekład: Stanisław Bajtlik, Marcin Ryszkiewicz, Piotr Amsterdamski, Jarosław Włodarczyk. Prószyński i S-ka, s. 624, cena 96 zł, Warszawa 2003.

Nie bardzo jest jasny cel przekładu pozycji sprzed ponad 20 lat, chyba żeby ją potraktować jako specyficzny podręcznik o Wszechświecie i materii nieożywionej oraz ożywionej, zawierający ponadto wiadomości w „Ramkach” i „Problemy” (do rozważania lub rozwiązania) jako specjalne ćwiczenia. Niełatwio jest też ją przedstawić w recenzji: nawet wymieniając tylko po prostu tytuły rozdziałów i podrozdziałów przekroczyłyby się dopuszczalne ramy recenzji oraz dobre obyczaje. Wobec tego należałoby postąpić odwrotnie: zminimalizować recenzję, podając najistotniejsze zalety książki, a także jej wady. O zaletach częściowo już było — to owe „Problemy” oraz „Ramki”, niekiedy nader kształcące. Ale i poważny błąd się znalazł też niemal od razu na wstępie: nieprawdą jest, że otwarty Wszechświat musi zawierać nieskończoną liczbę gwiazd (s. 23)! Wadą jest również używanie systemu CGS zamiast obowiązującego już w trakcie powstawania książki systemu SI; „wadą” są przestarzałe niekiedy informacje czy interpretacje obserwacji, co trzeba było prostować bądź aktualniać w przypisach lub nawet w obszernych *Uzupełnieniach*.

Nie chcąc być drobiazgowym a zarazem małostkowym, poprzestaniemy na przedstawieniu generalnej idei rzeczonej pozycji według samego Franka H. Shu, który między innymi uważa, iż mnóstwo podręczników astronomii oraz astrofizyki współczesnej niewłaściwie wyważa proporcje pomiędzy ich poszczególnymi zagadnieniami. Stąd wzięła się koncepcja napisania tej pozycji na dwóch poziomach: ilościowym — dla astronomów i fizyków — oraz jakościowym — dla przedstawicieli innych nauk, zainteresowanych jednak astronomią i kosmologią (również dla tego, że niosą one w sobie wartości kulturowe). Bowiem istota prawdziwego piękna astronomii i kosmologii polega na „jedności Wszechświata”. W związku z tym Autor starał się, poniękad od-

wołując się tylko do podstawowych praw przyrody, podkreślić głębokie związki między mikrokosmosem cząstek elementarnych, atomów i molekuł a makroskopowym światem człowieka, gwiazd, galaktyk i całego Kosmosu.

Oprócz tego astronomia była i jest najszybciej rozwijającą się, a zarazem historyczną, nauką, zaś pewne obszary nieznanego łączą niejako przeszłość z przyszłością.

Prezentowana książka dotyczy nie tylko zagadnień astronomicznych, kosmologicznych i fizycznych, lecz również biologii molekularnej oraz życia, w czym wydatnie pomagała żona Autora Helen Shu, biolog z wykształcenia. Symptomatyczna jest w ogóle nazwa części IV: *Układ Słoneczny i życie*. Nie mogło też oczywiście zabraknąć problematyki życia pozaziemskiego oraz inteligencji we Wszechświecie, chociaż na ten temat brak nam jakichkolwiek danych oprócz dość głębkiego przeświadczenie o jedności praw przyrody w Kosmosie.

Na zakończenie warto dodać, iż Autor wspomina słynną książkę C. P. Snowa *Dwie kultury*, która stała się już w pewnym sensie nowym paradygmatem (często np. powołuje się na nią ks. prof. Michał Heller). Odwołanie się do tej pozycji doskonale wyjaśnia, jakie cele przyświecały Frankowi H. Shu podczas pisania swego na wpół popularno-naukowego dzieła.

T. Zbigniew Dworak

Harald Lesch i Joern Mueller, Nasz Wszechświat. Przekład z języka niemieckiego Henryk Garbarczyk, Świat Książki, s. 216, kolorowe ilustracje, cena 29,90 zł, Warszawa 2004.

Powszechnie znanym i słusznym jest twierdzenie, że aby mówić o czymś prosto i przystępnie, należy bardzo dobrze znać problem, zgłębić go. Tym bardziej dziwi fakt, że wciąż tak niewielu uczonych decyduje się pisać książki popularne, przeznaczone dla przeciętnego czytelnika. Taka pozycja ukazała się niedawno w księgarniach.

Nasz Wszechświat to znakomita książka popularnonaukowa o tematyce astronomicznej, napisana przez prof. Haralda Lescha z Instytutu Astronomii i Astrofizyki Uniwersytetu w Mona-

chium, autora popularnych programów astronomicznych „Alfa Centauri” nadawanych przez telewizję bawarską oraz astronoma amatora Joerna Muellera. Autorzy oprowadzają czytelnika po Wszechświecie. Zaczynają rozważania od opisu praw natury rządzących najbliższym Kosmosem, tzn. Ziemią, Księżycem, Słońcem i Układem Słonecznym, przechodząc następnie do coraz to bardziej odległych światów: gwiazd, czarnych dziur, kwazarów oraz Wszechświata jako całości.

Z książki możemy się na przykład dowiedzieć, że Układ Słoneczny powstał z materii rozrzuconej w przestrzeni przez wybuch supernowej. Autorzy tłumaczą też pochodzenie pierwiastków, z których jesteśmy zbudowani, jak powstała Ziemia, skąd się wzięły powietrze i woda na Ziemi oraz co zawsze czamamy Księżycom. Dowiadujemy się też, jak się rodzą, żyją i umierają gwiazdy, jak długo będzie świeciło nasze Słońce. Możemy znaleźć podstawowe wiadomości na temat poszczególnych planet Układu Słonecznego.

Każdy rozdział książki stanowi odrębną historię, zatem można je czytać w dowolnej kolejności. Najbardziej fascynujące są rozdziały o czarnych dziurach oraz „Kosmologia dla przechodnia” (tytuł niemieckiego wydania), z których czytelnik nie znający zaawansowanego aparatu matematycznego może się dowiedzieć, na czym polega zakrywienie przestrzeni oraz czym się różni zamknięty Wszechświat o dodatniej krzywiźnie od otwartego Wszechświata o ujemnej krzywiźnie oraz dlaczego nie ma sensu pytanie „Co było przed Wielkim Wybuchem?”

Książka napisana przystępnym językiem z pewnością będzie zrozumiała dla wszystkich zainteresowanych astronomią. Można w niej znaleźć odpowiedź na większość pytań zadawanych przez miłośników astronomii.

Autorzy tłumaczą skomplikowane procesy astrofizyczne niezwykle przejrzyste, posługując się często prostymi analogiami i modelami zaczerpniętymi z najbliższego, ziemskiego otoczenia. Uroku dodają książce częste odwołania do wyobrażeń filozofów o Wszechświecie oraz do poezji Goethego.

Michał Hanasz

Listopad

Słońce

Dni są coraz krótsze, co widać po momentach wschodu i zachodu Słońca w Warszawie. Dnia 1 listopada Słońce wschodzi o 5^h32^m, zachodzi o 15^h06^m, a 30 listopada wschodzi o 6^h22^m, zachodzi o 14^h28^m.

Dane dla obserwatorów Słońca (na 0^h czasu UT)

Data 2004	P [°]	B ₀ [°]	L ₀ [°]
XI 1	24,45	4,35	97,76
3	24,10	4,14	71,39
5	23,71	3,93	45,02
7	23,30	3,72	18,65
9	22,85	3,50	352,28
11	22,37	3,27	325,91
13	21,86	3,04	299,54
15	21,32	2,81	273,18
17	20,75	2,57	246,81
19	20,15	2,33	220,45
21	19,53	2,09	194,09
23	18,87	1,85	167,72
25	18,19	1,60	141,36
27	17,48	1,35	115,00
XI 29	16,74	1,10	88,64
XII 1	15,98	0,84	62,28

P – kąt odchylenia osi obrotu Słońca mierzony od północnego wierzchołka tarczy;

B₀, L₀ – heliograficzna szerokość i długość środka tarczy;

8^d09^h57^m – heliograficzna długość środka tarczy wynosi 0°.

Księżyca

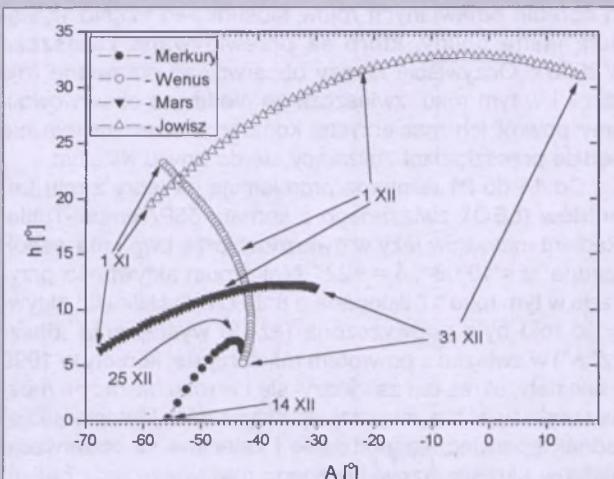
Bezksiężycowe noce będziemy mieli w połowie miesiąca, bowiem kolejność faz Księżyca jest w tym miesiącu następująca: ostatnia kwadra 5^d05^h53^m, nów 12^d14^h27^m, pierwsza kwadra 19^d05^h50^m i pełnia 26^d20^h07^m. W apogeum Księżyca znajdzie się 2 listopada o 18^h09^m, w perigeum 14 listopada o 13^h57^m i ponownie w apogeum 30 listopada o 11^h25^m.

Planety i planetoidy

Merkury usytuowany jest na niebie niekorzystnie w stosunku do Słońca, zachodzi wkrótce po jego zachodzie i jest niewidoczny. Jako ciekawostkę można jedynie podać, że 27 listopada ok. godzinę po zachodzie Słońca wznieśnie się na maksymalną w tym miesiącu wysokość nad południowo-zachodnim horyzontem wynoszącą zaledwie 0,5°, co oczywiście czyni jego obserwacje niemożliwymi.

Nad ranem coraz niżej nad południowo-wschodnim horyzontem można obserwować Wenus, świeczącą z jasnością -4^m. W ciągu miesiąca wysokość planety nad horyzontem na początku świąt cywilnego maleje od 23° do 15°. Przez teleskop można obserwować tarczę Wenus o średnicy 13", w fazie zbliżającej się do pełni.

Nad ranem, nisko nad wschodnim horyzontem w gwiazdozbiorze Panny, można próbować zaobserwować Marsa



Rys. 1. Merkury, Wenus, Mars i Jowisz nad południowo-wschodnim horyzontem (w Warszawie) na początku świąt cywilnego w listopadzie i grudniu 2004 (około godzinę przed wschodem Słońca)

świejącego z jasnością jedynie 1,7^m. W ciągu miesiąca wysokość planety nad horyzontem (mierzona ok. godzinę przed wschodem Słońca) rośnie od 6° do 12°. Mała średnica tarczy Marsa, nie osiągająca nawet 4", praktycznie uniemożliwia obserwacje jakichkolwiek szczegółów powierzchniowych.

Także nad ranem, kilkanaście stopni powyżej Marsa, możemy obserwować Jowisza, świejącego także w gwiazdozbiorze Panny z jasnością -1,7^m. W ciągu miesiąca wysokość planety nad horyzontem rośnie od 20° do 32°. Przez teleskop można obserwować zjawiska w układzie księżyć galileuszowych Jowisza.

Przez całą noc, w gwiazdozbiorze Bliźniąt, widoczny jest Saturn świeczący z jasnością 0,1^m. Duża wysokość planety nad horyzontem ułatwia teleskopowe obserwacje struktur w jej atmosferze oraz układu pierścieni, w szczególności „Przerwy Cassiniego” (do jej zobaczenia wystarczający jest teleskop o średnicy 10 cm przy powiększeniu 100').

W pierwszej połowie nocy, w gwiazdozbiorze Wodnika, można obserwować Urana jako „gwiazdę” o jasności 5,8^m. Wieczorem, na wysokości 20° nad południowym horyzontem, w gwiazdozbiorze Koziorożca, można natomiast obserwować Neptuna jako „gwiazdę” o jasności 7,9^m.

Pluton znajduje się na niebie zbyt blisko Słońca i jest niewidoczny.

W listopadzie w pobliżu opozycji znajdują się jasne planetoidy:

(4) **Vesta**, (jasność 7,2^m). 6 XI: 23^h16,8^m, -15°09'; 16 XI: 23^h19,5^m, -14°16'; 26 XI: 23^h24,7^m, -13°09'.

(27) **Euterpe**, (jasność 8,8^m). 6 XI: 2^h54,3^m, +14°10'; 16 XI: 2^h44,3^m, +13°34'; 26 XI: 2^h35,6^m, +13°05'.

Meteory

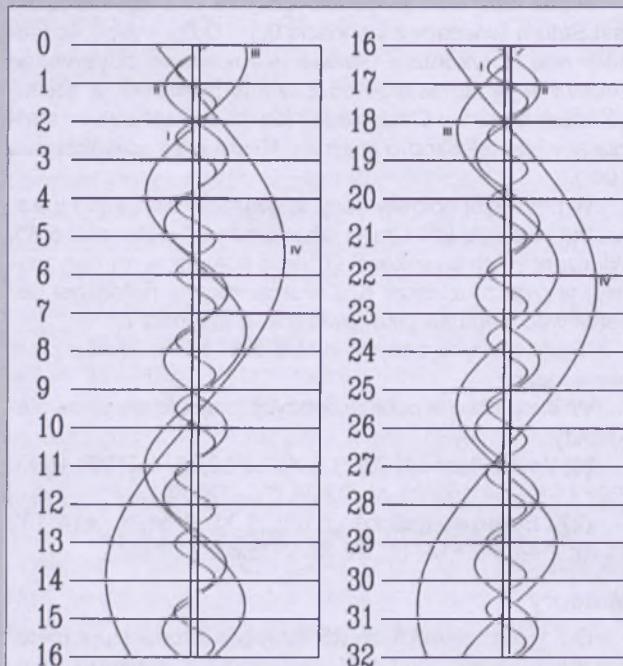
Od 1 października do 25 listopada promienią meteorów z kompleksu Taurydów, związanego z kometą krótkookresową 2P/Encke: **Południowe Tauridy (STA)** i **Północne Tauridy (NTA)**. Radianty meteorów leżą w gwiazdozbiorze Byka i mają odpowiednio współrzędne: $\alpha = 3^{\circ}28'$, $\delta = +13^\circ$ oraz $\alpha = 3^{\circ}52'$, $\delta = +22^\circ$. Maksimum aktywności STA przypada 5 listopada, natomiast NTA 12 listopada.

W obrębie omawianych rojów stosunkowo często występują jasne bolidy, które są przewidywane zwłaszcza w 2005 r. Oczywiście należy obserwować omawiane roje także i w tym roku, zwłaszcza że niedawno obserwowaliśmy powrót ich macierzystej komety, a obserwacjom nie będzie przeszkadzał zbliżający się do nowiu Księżyca.

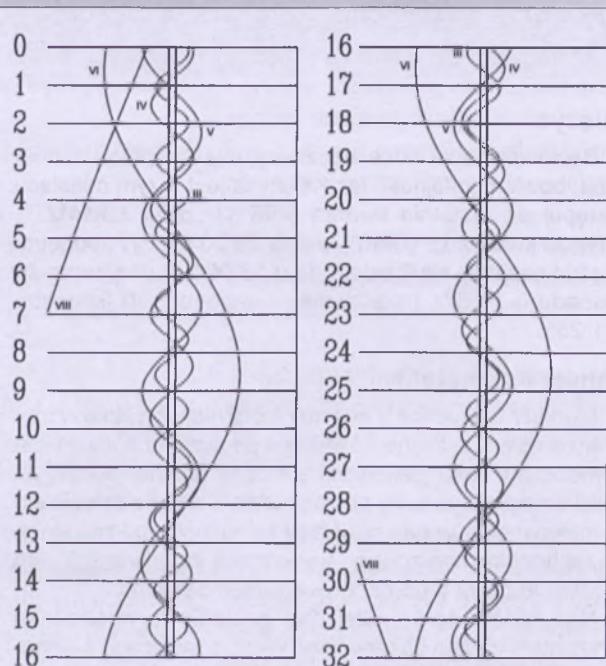
Od 14 do 21 listopada promienią meteorów z roju **Leonidów (LEO)**, związanego z kometą 55P/Tempel-Tuttle. Radiant meteorów leży w gwiazdozbiorze Lwa i ma współrzędne: $\alpha = 10^{\text{h}}08^{\text{m}}$, $\delta = +22^{\circ}$. Maksimum aktywności przypada w tym roku 17 listopada o 8:25 UT. Od kilku lat aktywność roju była podwyższona (aż do wystąpienia „deszców”) w związku z powrotem macierzystej komety w 1998 r. Niestety, okres ten zakończył się i w roku bieżącym można spodziewać się „zwyczajnej” aktywności. Meteorów „lubią” jednak sprawiać niespodzianki i zalecane są obserwacje nieba w okresie przewidywanego maksimum, gdy radiant będzie się znajdował w Polsce wysoko nad horyzontem. W porannych obserwacjach nie będzie przeszkadzał Księżyca przed pierwszą kwadrą.

Od 15 do 25 listopada promienią meteorów z roju **alfa-Monocerotydów (AMO)**. Radiant meteorów leży w gwiazdozbiorze Jednoróżca i ma współrzędne: $\alpha = 7^{\text{h}}48^{\text{m}}$, $\delta = +01^{\circ}$. Maksimum aktywności przypada 21 listopada o 8:45 UT. Jest to rój o małej aktywności, jednak często sprawia niespodzianki. W 1995 r. przez pięć minut ZHR (zenitalna liczba godzinna) wynosiła dla niego aż ok. 420, a cały rozbłysk trwał 30 min. Analiza analogicznych zjawisk pozwala przypuszczać, że występują one okresowo co 10 lat. Jeżeli jest to prawda, to kolejnego rozbłysku AMO można spodziewać się w przyszłym roku. Należy jednak także i w roku bieżącym patrolować niebo w okresie przewidywanego maksimum, zwłaszcza że w porannych obserwacjach nie będzie przeszkadzał Księżyca tuż po pierwszej kwadrze.

- * * *
- 1^d Gwiazda zmienna długookresowa V Mon (miryda) ($6^{\text{h}}22,7^{\text{m}}$, $-2^{\circ}11'$) osiąga maksimum jasności ($7,0^{\text{m}}$) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 5/2003].
- 2^{d22^h} Odkrycie gwiazdy 47 Gem ($5,8^{\text{m}}$) przy ciemnym brzegu Księżyca przed ostatnią kwadrą, widoczne w całej Polsce (Krosno $22^{\text{h}}13^{\text{m}}$ — Gdańsk $22^{\text{h}}27^{\text{m}}$).
- 3^{d20^h} Złączenie Saturna z Księżykiem w odległości 5° .
- 3^{d21^h} Odkrycie gwiazdy ω Cnc ($5,9^{\text{m}}$) przy ciemnym brzegu Księżyca przed ostatnią kwadrą, widoczne w całej Polsce (Krosno $21^{\text{h}}00^{\text{m}}$ — Gdańsk $21^{\text{h}}05^{\text{m}}$).
- 4^{d22^h17^m} Gwiazda zmienna zaćmieniowa Algol (β Per) osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od $2,1^{\text{m}}$ do $3,4^{\text{m}}$ [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 6/2001].
- 5^d Gwiazda zmienna długookresowa T UMa (miryda) ($12^{\text{h}}36,4^{\text{m}}$, $+59^{\circ}29'$) osiąga maksimum jasności ($7,7^{\text{m}}$).
- 5^{d02^h} Złączenie Wenus z Jowiszem w odległości $0,6^{\circ}$.
- 6^{d14^h} Maksymalna libracja Księżyca ($8,0^{\circ}$) w kierunku krateru Schickard (oświetlony).
- 7^{d19^h06^m} Gwiazda zmienna zaćmieniowa Algol (β Per) osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od $2,1^{\text{m}}$ do $3,4^{\text{m}}$ [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 6/2001].
- 7^{d21^h28^m} Gwiazda zmienna zaćmieniowa WW Aur osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od $5,8^{\text{m}}$ do $6,6^{\text{m}}$ [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 5/2002].
- 7^{d22^h55^m} Gwiazda zmienna δ Cep (cefeida) osiąga maksimum jasności ($3,5^{\text{m}}$) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 1/2003].
- 8^d Księżyca Saturna Tytan w maksymalnej elongacji wschodniej.
- 8^{d09^h} Saturn nieruchomy w rektascensji.
- 9^{d17^h} Złączenie Jowisza z Księżykiem w odległości $0,02^{\circ}$.
- 10^{d00^h} Złączenie Wenus z Księżykiem w odległości $0,6^{\circ}$.
- 11^{d02^h} Złączenie Marsa z Księżykiem w odległości $0,8^{\circ}$.
- 11^{d23^h} Uran nieruchomy w rektascensji.



Rys. 2. Konfiguracja galileuszowych księżyców Jowisza w listopadzie 2004 (I – Io, II – Europa, III – Ganimedes, IV – Callisto). Przerwa w trasie księżyca oznacza przebywanie satelity w cieniu planety. Zachód na prawo od środkowego pasa (tarczy planety), wschód na lewo



Rys. 3. Konfiguracja pięciu najjaśniejszych księżyców Saturna w listopadzie 2004 (III – Tethys, IV – Dione, V – Rhea, VI – Tytan, VIII – Iapetus). Zachód na prawo od środkowego pasa (tarczy planety), wschód na lewo

12^d22^h40^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa WW Aur osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 5,8^m do 6,6^m [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 5/2002].

13⁰⁰ Minimalna libracja Księżyca (4,1°) w kierunku *Sinus Iridium* (zacienniona)

14⁰² Złączenie Merkurego z Księżycem w odł. 1°.

16^d Księżyca Saturna Tytan w maksymalnej elongacji zachodniej.

17^d19^h11^m Gwiazda zmienna ζ Gem (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,6^m) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 3/2003].

17^d19^h22^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa HU Tau osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 5,9^m do 6,7^m [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 5/2002].

17^d23^h52^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa WW Aur osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 5,8^m do 6,6^m [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 5/2002].

18⁰⁵ Złączenie Neptuna z Księżycem w odł. 6°.

18¹⁶30^m Gwiazda zmienna δ Cep (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,5^m) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 1/2003].

19^d Gwiazda zmienna długookresowa R LMi (miryda) (9^h45,6^m, +34°31') osiąga maksimum jasności (7,1^m).

19⁰³ Maksymalna libracja Księżyca (8,4°) w kierunku *Mare Humboldtianum* (oświetlone)

19¹⁸ Złączenie Urana z Księżycem w odł. 4°.

19²⁰43^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa HU Tau osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 5,9^m do 6,7^m [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 5/2002].

20^d16^h Zakrycie gwiazdy ψ³ Aqr (5,0^m) przez ciemny brzeg Księżyca po pierwszej kwadrze, widoczne w całej Polsce (Szczecin 16°09' — Lublin 16°22').

21⁰¹ Merkury w maksymalnej elongacji wschodniej od Słońca równej 22°.

21²²04^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa HU Tau osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 5,9^m do 6,7^m [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 5/2002].

21²³21^m Słońce wstępuje w znak Strzelca, jego długość ekliptyczna wynosi wówczas 240°.

23^d01^h05^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa WW Aur osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 5,8^m do 6,6^m [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 5/2002].

23^d23^h25^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa HU Tau osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 5,9^m do 6,7^m [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 5/2002].

24^d Księżyca Saturna Tytan w maksymalnej elongacji wschodniej.

24^d01^h17^m Gwiazda zmienna δ Cep (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,5^m) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 1/2003].

26^d Gwiazda zmienna długookresowa R Ser (miryda) (15^h50,7^m, +15°08') osiąga maksimum jasności (6,9^m).

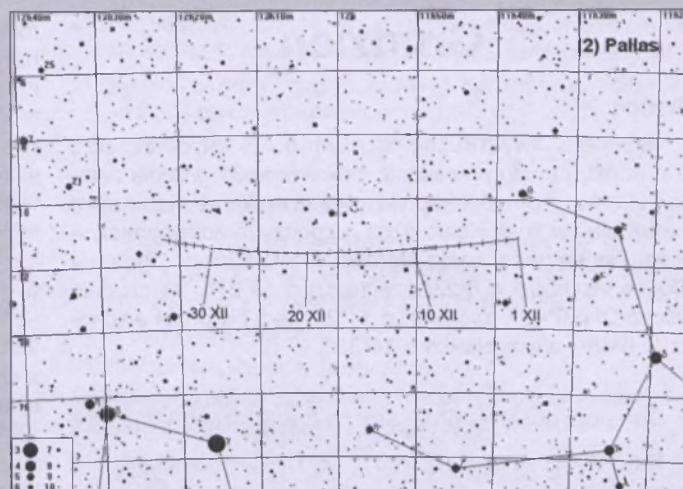
26⁰³ Minimalna libracja Księżyca (4,8°) w kierunku *Mare Australie* (oświetlone)

27^d Gwiazda zmienna długookresowa R Gem (miryda) (7^h07,4^m, +22°42') osiąga maksimum jasności (7,1^m).

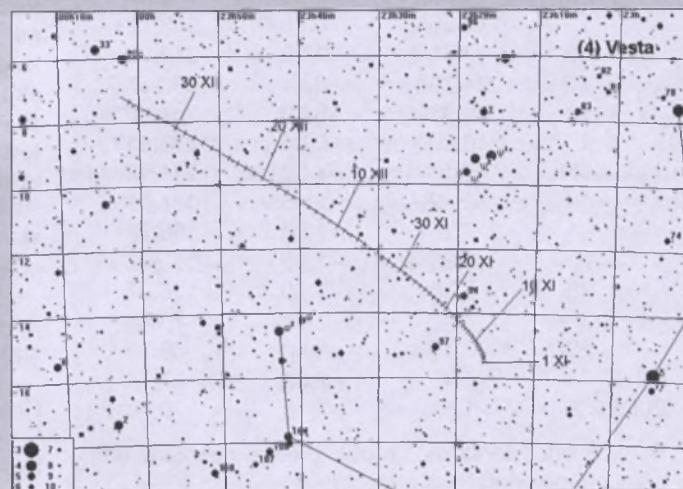
27^d18^h38^m Gwiazda zmienna η Aql (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,5^m) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 4/2003].

27^d22^h48^m Gwiazda zmienna ζ Gem (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,6^m) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 3/2003].

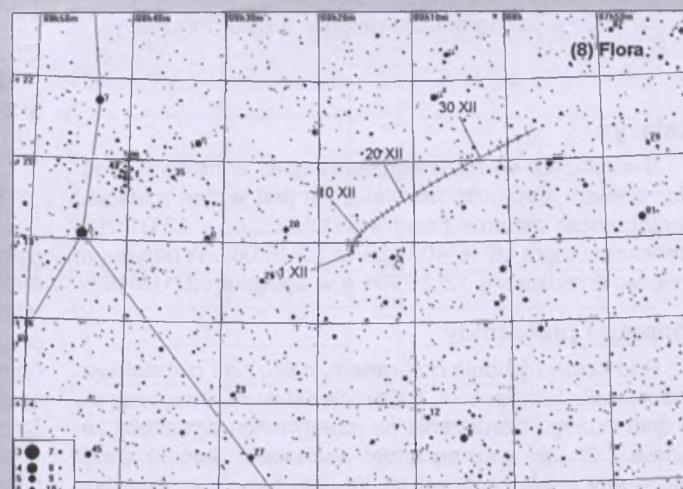
30^d Gwiazda zmienna długookresowa V Peg (miryda) (22^h01,0^m, +6°07') osiąga maksimum jasności (8,7^m).



Rys. 4. Trasa planetoidy (2) Pallas na tle gwiazd gwiazdozbioru Panny w grudniu 2004 (zaznaczone gwiazdy do 10^m)



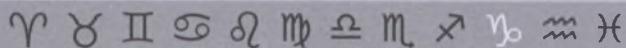
Rys. 5. Trasa planetoidy (4) Vesta na tle gwiazd gwiazdozbioru Wodnika w listopadzie i grudniu 2004 (zaznaczone gwiazdy do 10^m)



Rys. 6. Trasa planetoidy (8) Flora na tle gwiazd gwiazdozbioru Raka w grudniu 2004 (zaznaczone gwiazdy do 10^m)

30^d13^h Merkury nieruchomy w rektascensji.

30^d20^h Odkrycie gwiazdy 76 Gem (5,3^m) przy ciemnym brzegu Księżyca po pełni, widoczne w całej Polsce (Krosno 20^h23^m — Gdańsk 20^h37^m).



Grudzień

Słońce

Słońce w swym ruchu rocznym po ekleptyce zmierza w kierunku punktu przesilenia zimowego: 21 grudnia osiąga najwyższy punkt ekleptyki pod równikiem niebieskim i wstępując w znak Koziorożca rozpoczyna astronomiczną zimę. Dni są nadal coraz krótsze. W Warszawie 1 grudnia Słońce wschodzi o $6^{\text{h}}23^{\text{m}}$, zachodzi o $14^{\text{h}}27^{\text{m}}$, 21 grudnia wschodzi o $6^{\text{h}}43^{\text{m}}$, zachodzi o $14^{\text{h}}25^{\text{m}}$, a 31 grudnia wschodzi o $6^{\text{h}}45^{\text{m}}$, ale zachodzi o $14^{\text{h}}33^{\text{m}}$.

Dane dla obserwatorów Słońca (na 0^h czasu UT)

Data	2004	P [°]	B ₀ [°]	L ₀ [°]
XII	1	15,98	0,84	62,28
	3	15,20	0,59	35,93
	5	14,39	0,33	9,57
	7	13,56	0,08	343,22
	9	12,71	-0,18	316,86
	11	11,85	-0,44	290,51
	13	10,96	-0,69	264,16
	15	10,06	-0,95	237,81
	17	9,15	-1,20	211,46
	19	8,22	-1,45	185,11
	21	7,28	-1,70	158,77
	23	6,33	-1,95	132,42
	25	5,38	-2,20	106,07
	27	4,42	-2,44	79,73
	29	3,45	-2,68	53,39
XII	31	2,48	-2,92	27,04
2005 I	2	1,51	-3,16	0,70

P – kąt odchylenia osi obrotu Słońca mierzony od północnego wierzchołka tarczy:

B_0 , L_0 – heliograficzna szerokość i długość środka tarczy:

$5^{\circ}17'26''$ – heliograficzna długość środka tarczy wynosi 0° .

Księżyc

Bezksiężycowe noce będącmy mieli w połowie grudnia, bowiem kolejność faz Księżyca jest w tym miesiącu następująca: ostatnia kwadra $5^{\text{d}}00^{\text{h}}53^{\text{m}}$, nów $12^{\text{d}}01^{\text{h}}29^{\text{m}}$, pierwsza kwadra $18^{\text{d}}16^{\text{h}}40^{\text{m}}$ i pełnia $26^{\text{d}}15^{\text{h}}06^{\text{m}}$. W perygeum Księżyca znajdzie się $12^{\text{d}}21^{\text{h}}29^{\text{m}}$ a w apogeum $27^{\text{d}}19^{\text{h}}18^{\text{m}}$.

Planety i planetoidy

Pod koniec grudnia nad ranem, nisko nad południowo-wschodnim horyzontem, pojawi się Merkury, wznosząc się w dniu Bożego Narodzenia na maksymalną wysokość zaledwie $7,2^\circ$ (ok. godzinę przed wschodem Słońca), świecąc wtedy z jasnością $-0,1^m$. W dniu tym przez teleskop będziemy mogli obserwować tarczę planety o średnicy $7''$, znajdującą się dokładnie w kwadrze.

W ciągu miesiąca powoli pogarszają się warunki po- rannej widzialności Wenus, świecącej jako „Gwiazda Po- ranna” z jasnością -4^m . W grudniu jej wysokość nad hory- zontem, mierzona godzinę przed wschodem Słońca, sys- tematycznie maleje od 15° na początku, do 5° pod koniec

miesiąca. Przez teleskop możemy obserwować tarczę planety o prawie stałej średnicy ok.12" w fazie zbliżającej się do „pełni”.

W pobliżu Wenus, nad ranem, ok. 12° nad południowo-wschodnim horyzontem, możemy obserwować Marsa świecącego z jasnością +1,6^m. Średnica tarczy planety wynosi nadal zaledwie 4'', co uniemożliwia obserwacje jakichkolwiek szczegółów powierzchniowych.

W drugiej połowie nocy możemy obserwować Jowisza w gwiazdozbiorze Panny jako „gwiazdę” o jasności prawie -2^m . Przez teleskop zobaczymy tarczę planety o średnicy $35''$, co ułatwi obserwację zmian zachodzących w atmosferze Jowisza nawet przez niewielkie teleskopy amatorskie.

Także w drugiej połowie nocy w gwiazdozbiorze Bliźniąt możemy obserwować Saturna o jasności $0,0^m$. Planeta zbliża się do styczniowej opozycji, dzięki czemu przez teleskop zobaczymy jej tarczę o średnicy ponad $20''$. W tym samym czasie układ pierścieni Saturna osiągnie rozpiętość aż $45''$ przy dużym nachyleniu ich płaszczyzny do Ziemi, co ułatwi znacznie dostrzeżenie tzw. „Przerwy Cassiego” nawet przez teleskopy amatorskie. Taki sam teleskop umożliwi zobaczenie księżyców Saturna: Tethys ($9,9^m$), Diony ($10,1^m$), Rhei ($9,4^m$), Tytana ($8,0^m$) i Iapetusa (od $10,0^m$ w maksymalnej elongacji zachodniej do $11,3^m$ w maksymalnej elongacji wschodniej).

Urana można obserwować wieczorem na praktycznie stałej wysokości w gwiazdozbiorze Wodnika, ok. 20° nad południowo-zachodnim horyzontem.

Warunki widzialności Neptuna w ciągu miesiąca szybko się pogarszają i pod koniec grudnia jego obserwacja stanie się niemożliwa.

Pluton nadal znajduje się na niebie w pobliżu Słońca i jest niewidoczny.

W grudniu w pobliżu opozycji znajdują się jasne planetoidy:

(2) Pallas, (jasność 8,5^m). 16 XII: 11^h58,7^m, -11°40'; 26 XII: 12^h11,3^m, -11°36'; 5 I 2005: 12^h22,4^m, -11°09'.

(4) Vesta, (jasność 7,7^m). 6 XII: 23^h31,8^m, -11°50'; 16 XII: 23^h40,7^m, -10°23'; 26 XII: 23^h51,0^m, -8°49'; 5 I 2005:

(8) Flora, (jasność 8,7^m). 6 XII: 8°16,4^m, +17°59'; 16 XII: 8°13,3^m, +18°41'; 26 XII: 8°06,5^m, +19°39'. 5 I 2005: 7°56,8^m

Meteory
Od 27 listopada do 17 grudnia promieniuje meteorów ze słabo zbadanego roju **Monocerotydów (MON)**. Radiant meteorów leży w gwiazdozbiorze Jednoróżca i ma współrzędne: $\alpha = 6^{\text{h}}40^{\text{m}}$, $\delta = +8^{\circ}$. Maksimum aktywności MON przypada 8 grudnia. Strumień jest wizualnie słaby, jednak bardzo interesujący i wymagający obserwacji. Tegorocznym obserwacjom meteorów nie będzie przeszkadzał zbliżający się do nowego Księżyca.

Od 3 do 15 grudnia promieniują meteory z równie słabego zbadanego roju **sigma-Hydrydów (HYD)**. Radiante meteorytów leży w gwiazdozbiorze Hydry i ma współrzędne: $\alpha = 8^{\text{h}}28^{\text{m}}$, $\delta = +2^\circ$. Maksimum aktywności HYD przypada 11 grudnia, jednak możliwe jest też wystąpienie maksimum sześć dni wcześniej. Podobnie jak MON, także i ten rój wymaga starannych obserwacji, zwłaszcza że w obserwacjach nie będzie przeszkadzał Księżyca w powietrzu.

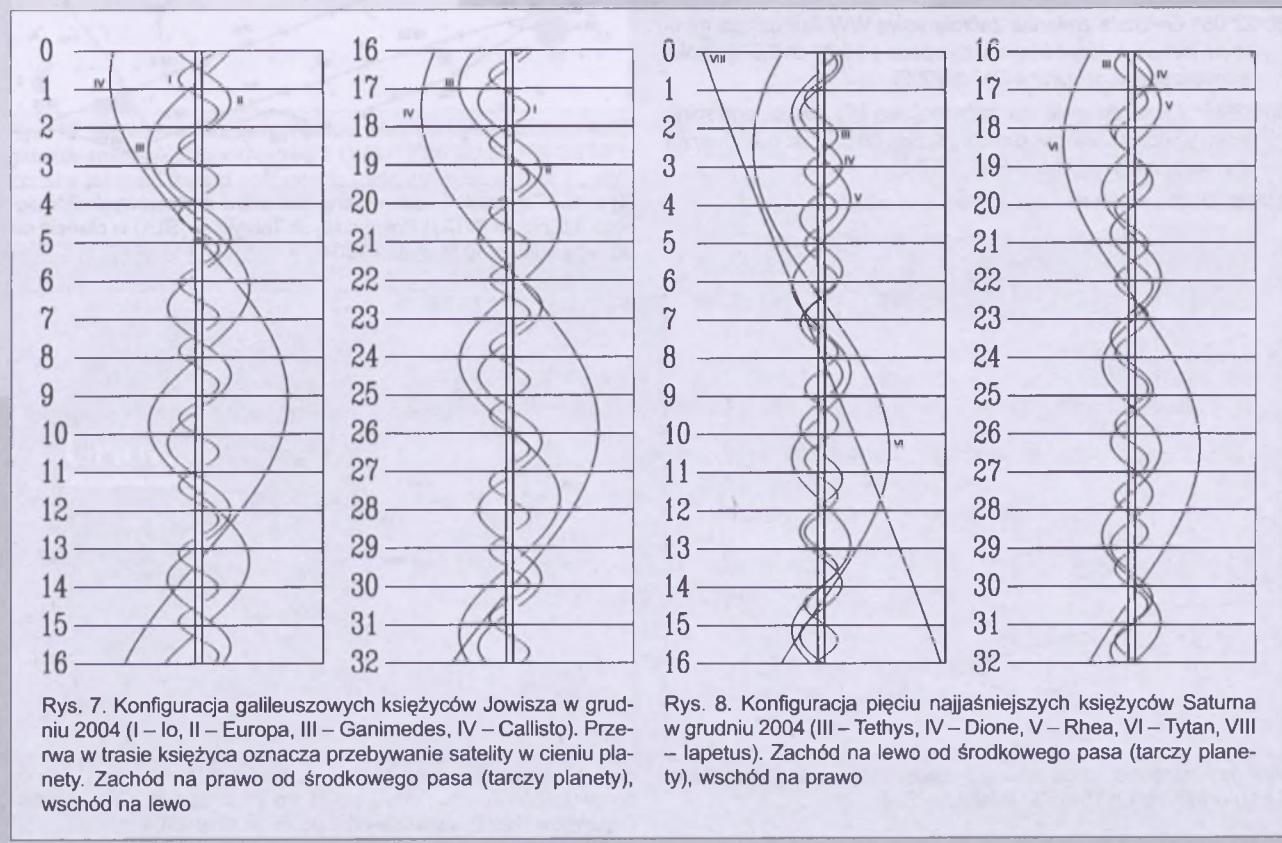
Od 7 do 17 grudnia promieniuja meteory z roju **Gemi-**

nidów (GEM) związanego z planetoidą (prawdopodobnie „wygasłą” komety) (3200) Phaeton. Radiant Geminidów leży w gwiazdozbiorze Bliźniąt i w momencie maksimum aktywności w dniu 13 grudnia o 22:20 UT ma współrzędne $\alpha = 7^{\circ}28'$, $\delta = +33^\circ$. Warunki obserwacyjne Geminidów w tym roku są znakomite w związku z Księżykiem w nowiu. Szczególnie istotne jest określenie dokładnego momentu maksimum, gdyż w ciągu minionych 15 lat zmieniał się on w granicach do $2^{\circ}20'$ od podanego powyżej.

Od 12 grudnia do 23 stycznia promienią meteory z roju **Coma Berenicidów (COM)**. Radiant meteorów leży w gwiazdozbiorze Warkocza i ma współrzędne: $\alpha = 11^{\circ}40'$, $\delta = +25^\circ$. Maksimum aktywności COM przypada 19 grudnia. Strumień jest słabo zbadany i wymaga obserwacji, wiadomo jedynie, że jest aktywny w okresach aktywności Geminidów i Kwadrantydów. Tegorocznym porannym obserwacjom meteorów nie będzie przeszkadzał Księżyca w pierwszej kwadrze.

- 1^d06^h Odkrycie gwiazdy ω Cnc (5,9 m) przy ciemnym brzegu Księżyca po pełni, widoczne w całej Polsce (Gdańsk 06^h03 m — Kraków 06^h17 m).
 1^d07^h Złączenie Saturna z Księżykiem w odl. 5°.
 2^d Gwiazda zmienna długookresowa RT Cyg (miryda) ($19^{\circ}43,6'$, $+48^\circ47'$) osiąga maksimum jasności (7,3 m) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 1/2002].
 2^d Księżyca Saturna Tytan w maksymalnej elongacji zachodniej.
 3^d Gwiazda zmienna długookresowa R Peg (miryda) ($23^{\circ}06,6'$, $+10^\circ32'$) osiąga maksimum jasności (7,8 m).
 4^d18^h52^m Gwiazda zmienna δ Cep (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,5 m) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 1/2003].

- 4^d22^h52^m Gwiazda zmienna η Aql (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,5 m) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 4/2003].
 5^d Gwiazda zmienna długookresowa S Her (miryda) ($16^{\circ}51,9'$, $+14^\circ57'$) osiąga maksimum jasności (7,6 m).
 5^d02^h Maksymalna libracja Księżyca ($8,1^\circ$) w kierunku krateru Schickard (oświetlony).
 5^d23^h Złączenie Wenus z Marsem w odl. 1°.
 7^d11^h Złączenie Jowisza z Księżykiem w odl. 0,6°.
 8^d02^h25^m Gwiazda zmienna ζ Gem (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,6 m) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 3/2003].
 8^d18^h Saturn w opozycji do Słońca.
 9^d22^h Złączenie Marsa z Księżykiem w odl. 2°.
 10^d Księżyca Saturna Tytan w maksymalnej elongacji wschodniej.
 10^d01^h Złączenie Wenus z Księżykiem w odl. 4°.
 10^d03^h40^m Gwiazda zmienna δ Cep (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,5 m) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 1/2003].
 10^d08^h Merkury w koniunkcji dolnej ze Słońcem.
 11^d12^h Minimalna libracja Księżyca ($5,4^\circ$) w kierunku Sinus Iridium (oświetlona).
 11^d20^h Złączenie Merkurego z Księżykiem w odl. 6°.
 12^d03^h06^m Gwiazda zmienna η Aql (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,5 m) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 4/2003].
 13^d17^h Pluton w koniunkcji ze Słońcem.
 15^d01^h42^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa Algol (β Per) osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 2,1 m do 3,4 m [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 6/2001].
 15^d16^h Złączenie Neptuna z Księżykiem w odl. 6°.
 15^d18^h29^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa WW Aur osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 5,8 m do 6,6 m [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 5/2002].
 17^d00^h Złączenie Urana z Księżykiem w odl. 4°.



Rys. 7. Konfiguracja galileuszowych księżyców Jowisza w grudniu 2004 (I – Io, II – Europa, III – Ganimedes, IV – Callisto). Przerwa w trasie księżyca oznacza przebywanie satelity w cieniu planety. Zachód na prawo od środkowego pasa (tarczy planety), wschód na lewo

Rys. 8. Konfiguracja pięciu najjaśniejszych księżyców Saturna w grudniu 2004 (III – Tethys, IV – Dione, V – Rhea, VI – Tytan, VIII – Iapetus). Zachód na lewo od środkowego pasa (tarczy planety), wschód na prawo

- 17^d08^h Maksymalna libracja Księżyca ($8,6^{\circ}$) w kierunku *Mare Humboldtianum* (oświetlone).
- 17^d22^h31^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa Algol (β Per) osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od $2,1^m$ do $3,4^m$ [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 6/2001].
- 18^d Księżyca Saturna Tytan w maksymalnej elongacji zachodniej.
- 18^d19^h Zakrycie gwiazdy 27 Psc ($4,9^m$) przez ciemny brzeg Księżyca w pierwszej kwadrze, widoczne w całej Polsce (Zielona Góra $19^{\circ}38'$ — Lublin $19^{\circ}43'$).
- 18^d21^h Zakrycie gwiazdy 29 Psc ($5,1^m$) przez ciemny brzeg Księżyca w pierwszej kwadrze, widoczne w całej Polsce (Szczecin $21^{\circ}37'$ — Krosno $21^{\circ}38'$).
- 20^d07^h Merkury nieruchomy w rektascensji.
- 20^d19^h20^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa Algol (β Per) osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od $2,1^m$ do $3,4^m$ [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 6/2001].
- 20^d19^h41^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa WW Aur osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od $5,8^m$ do $6,6^m$ [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 5/2002].
- 20^d21^h14^m Gwiazda zmienna δ Cep (cefeida) osiąga maksimum jasności ($3,5^m$) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 1/2003].
- 21^d12^h42^m Słońce wstępuje w znak Koziorożca, jego długość eklipsyczna wynosi wówczas 270° ; rozpoczyna się zima astronomiczna.
- 24^d06^h Minimalna libracja Księżyca ($5,5^{\circ}$) w kierunku *Mare Australe* (oświetlone).
- 26^d Księżyca Saturna Tytan w maksymalnej elongacji wschodniej.
- 28^d09^h Złączenie Saturna z Księżykiem w odległości 4° .
- 28^d22^h24^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa HU Tau osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od $5,9^m$ do $6,7^m$ [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 5/2002].
- 29^d20^h Merkury w maksymalnej elongacji zachodniej od Słońca równej 22° .
- 30^d22^h05^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa WW Aur osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od $5,8^m$ do $6,6^m$ [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 5/2002].
- 30^d23^h45^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa HU Tau osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od $5,9^m$ do $6,7^m$ [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 5/2002].
- 31^d06^h Złączenie Merkurego z Wenus w odległości 1° .

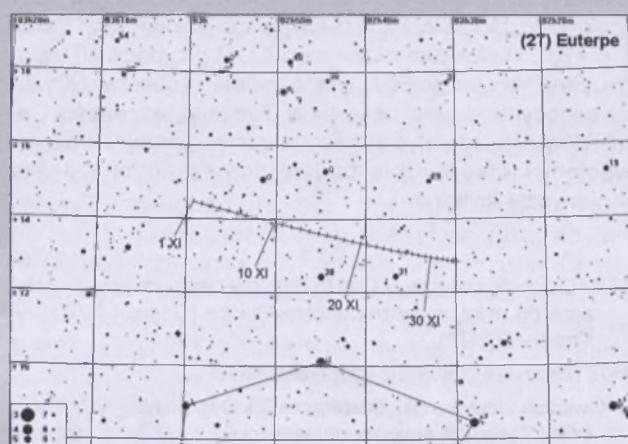
UWAGA: Momenty wszystkich zjawisk podane są w czasie uniwersalnym UT (Greenwich).

Aby otrzymać datę w obowiązującym w listopadzie i grudniu w Polsce „czasie zimowym”, należy dodać 1 godzinę.

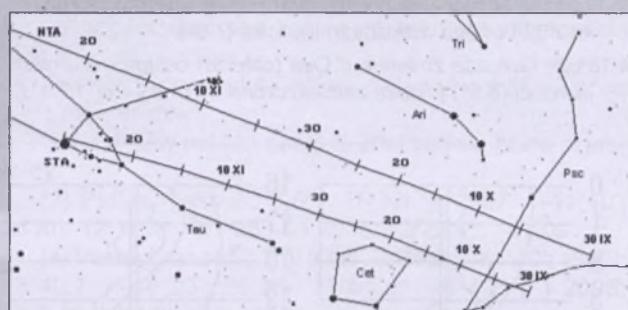
Momenty złączeń planet z Księżykiem podane są dla współrzędnych Warszawy. Dla każdego złączenia podano momenty największego zbliżenia obiektów na niebie. Podane są **wszystkie** złączenia, nie tylko widoczne w Polsce.

Współrzędne równikowe podane są dla Epoki 2000.0.

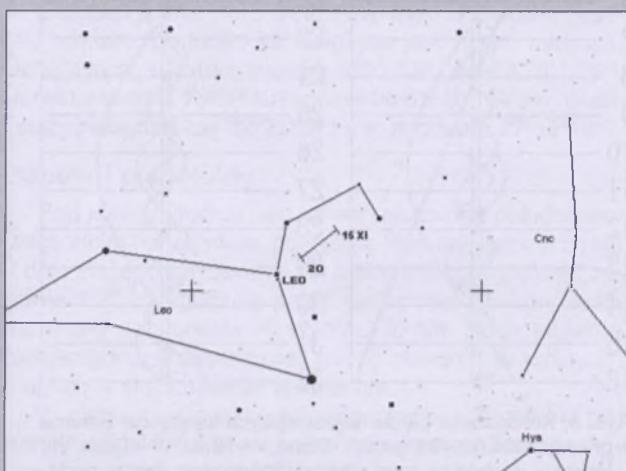
Opracował T. Ścieżor



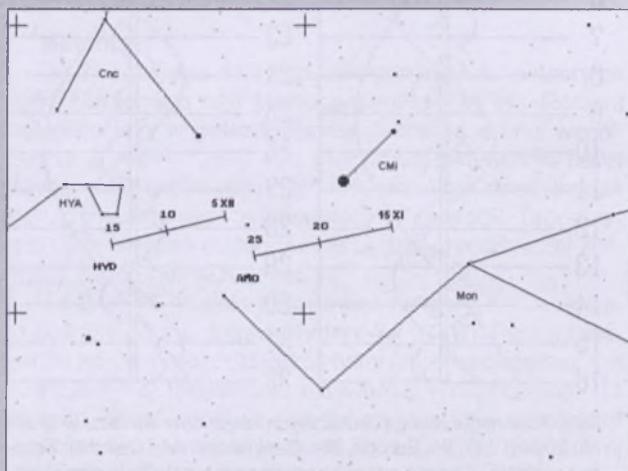
Rys. 9. Trasa planetoidy (27) Euterpe na tle gwiazd gwiazdozbioru Barana w listopadzie 2004 (zaznaczone gwiazdy do 10^m)



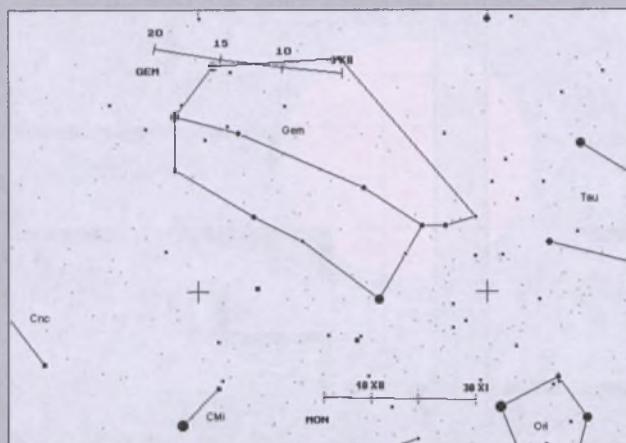
Rys. 10. Położenie i ruch własny radientów meteoroidalnych Północnych Taurydów (NTA) i Południowych Taurydów (STA) w okresie od 30 września do 30 listopada 2004



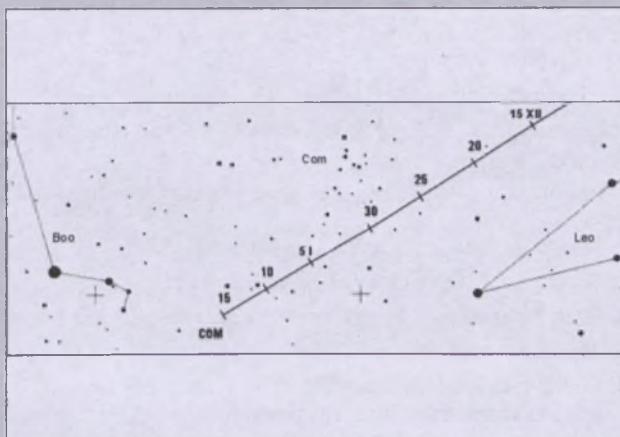
Rys. 11. Położenie i ruch własny radiantu meteorowego Leonidów (LEO) w okresie od 15 do 20 listopada 2004



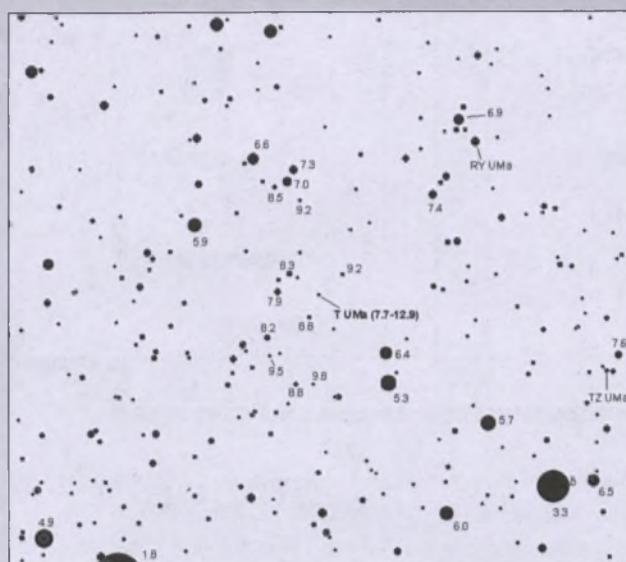
Rys. 12. Położenie i ruch własny radiantu meteorowego alfa-Monocerotydów (AMO) w okresie od 15 do 25 listopada 2004 i sigma-Hydrydów (HYD) w okresie od 5 do 15 grudnia 2004



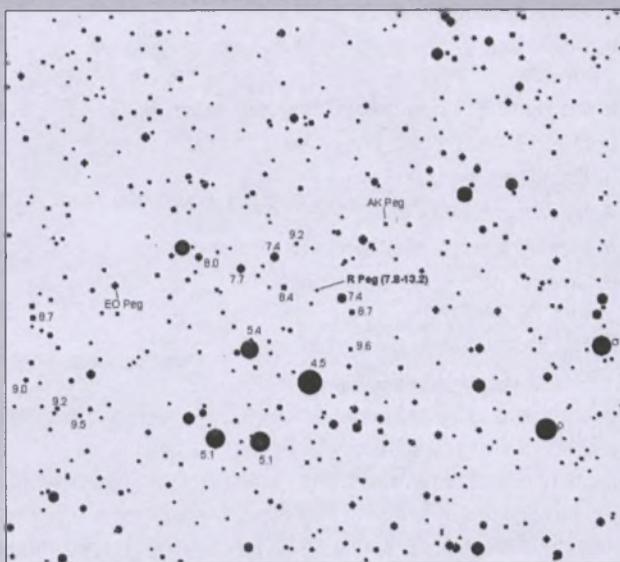
Rys. 13. Położenie i ruch własny radiantów meteorowych Geminidów (GEM) w okresie od 5 do 20 grudnia 2004 i Monocerotydów (MON) w okresie od 30 listopada do 15 grudnia 2004



Rys. 14. Położenie i ruch własny radianta meteorowego Coma Berenicidów (COM) w okresie od 15 grudnia 2004 do 15 stycznia 2005



Rys. 15. Mapa gwiazdozbioru Wielkiej Niedźwiedzicy do obserwacji gwiazdy zmiennej długookresowej T UMa (12^h36^m23,5^s, +59°29'13"). Podane jasności gwiazd porównania (pole widzenia 7°, północ u góry)



Rys. 16. Mapa gwiazdozbioru Pegaza do obserwacji gwiazdy zmiennej długookresowej R Peg (23^h06^m39,2^s, +10°32'36"). Podane jasności gwiazd porównania (pole widzenia 7°, północ u góry)

INFORMACJE O PRENUMERACIE URANII-PA

Prenumerata na rok 2004 (6 zeszytów) kosztuje 54 zł (zagraniczna 70 zł). Cena pojedynczego zeszytu 10 zł. Wpłaty prosimy kierować na konto:

Polskie Towarzystwo Astronomiczne
Bank Millennium S.A. o/Toruń
Nr 44 116022020000000055305241

Wszelkich informacji o prenumeracie i zakupie numerów archiwalnych „Postępów Astronomii” i „Uranii-PA” udziela:

Piotr Wąż

Centrum Astronomii UMK
ul. Gagarina 11, 87-100 Toruń

E-mail: urania@astri.uni.torun.pl
tel/fax (0-56) 611 30 56 / 611 30 08



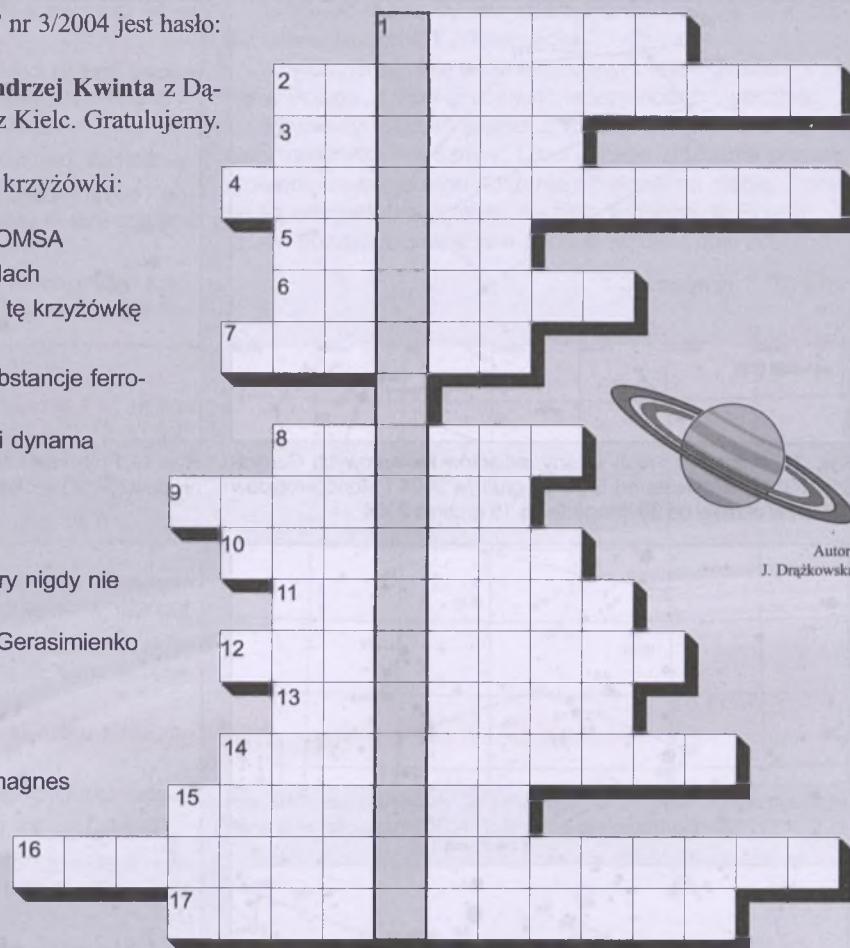
Rozwiązaniem krzyżówki z „Uranii-PA” nr 3/2004 jest hasło:
„TRANZYT WENUS”.

Nagrody książkowe wylosowali: Andrzej Kwinta z Dąbrowy Górnictwa i Agnieszka Sławeta z Kielc. Gratulujemy. Nagrody wyślemy pocztą.

Zapraszamy do rozwiązywania nowej krzyżówki:

1. Miasto z największą liczbą laureatów OMSA
2. Chaotyczne ruchy gazu w małych skalach
3. Płyta z nią można wygrać rozwiązyując tę krzyżówkę
4. Jedna z metod badania Ziemi
5. Punkt; temperatura, powyżej której substancje ferromagnetyczne tracą swój magnetyzm
6. Autor podstawowego twierdzenia teorii dynama
7. Teoria ...
8. XVII-wieczny obserwator Słońca
9. Rozszczepienie w widmie Słońca
10. Polski satelita telekomunikacyjny, który nigdy nie powstał
11. Ma dolecieć do komety Czeryumow-Gerasimienko
12. Inaczej skośny (np. przepływ)
13. Najniższa wartość
14. Nazwa mgławicy NGC 1499
15. Pierwszy sądził, że Ziemia to wielki magnes
16. Zmiana polarności słonecznych dziur koronalnych
17. Nauka zajmująca się badaniem Słońca

Po wpisaniu odgadniętych słów kluczowych do diagramu, litery w wyróżnionych polach utworzą hasło, które jest rozwiązyaniem krzyżówki. Na rozwiązywanie czekamy do końca października br. Osoby nie będące prenumeratorem „Uranii-PA” muszą dołączyć do rozwiązywania kupon umieszczony w le-



Autor:
J. Drażkowska

wym górnym rogu tej strony. Prenumeratorzy mogą przesyłać rozwiązania drogą elektroniczną. Wśród autorów prawidłowych odpowiedzi rozlosujemy dwie płyty Polarisa *Moo'n'sequences* (www.polaris.z.pl).

Słowa kluczowe do odnalezienia hasła w krzyżówce z Uranii-PA 3/04:

1. Tytan; 2. Nereida; 3. Aldebaran; 4. Edington; 5. Łaskarzew; 6. Tryton; 7. Krytyna; 8. Niegowiecki; 9. Kielce; 10. Canon; 11. Plutonki; 12. Versoix.

Ciekawe strony internetowe...

Proponuję dziś wycieczkę na stronę poświęconą wielkim debatom w astronomii — „Great Debates in Astronomy”: http://antwrp.gsfc.nasa.gov/diamond_jubilee/debate.html.

Great Debates in Astronomy



*The Scale of the Universe (1920), Curtis, Shapley
The Distance Scale to Gamma-ray Bursts (1993), Paczyński, Lamb
The Scale of the Universe (1996), Tammann, van den Bergh*

The Nature of the Universe (1998), Peebles, Turner
Following in the footsteps of the famous April 1920 Great Debate between Harlow Shapley and Heber Curtis, this series of debates among leaders in the astronomical community highlight major quests in astronomy and astrophysics in an open forum at the turn of the millennium.

Each debate has been held in April in the Board Auditorium of the Smithsonian Institution, the site of the original Shapley - Curtis debate. This delightful auditorium's general appearance has remained remarkably constant since the 1920s. Its large, central ceiling electrolier is the debate series logo used above.

These pages feature background information, educational material, and published proceedings for each debate. Information on future debates will also be made available here.

Organizers: Robert Nemiroff (MTU) & Jerry Bonnell (USAFA)

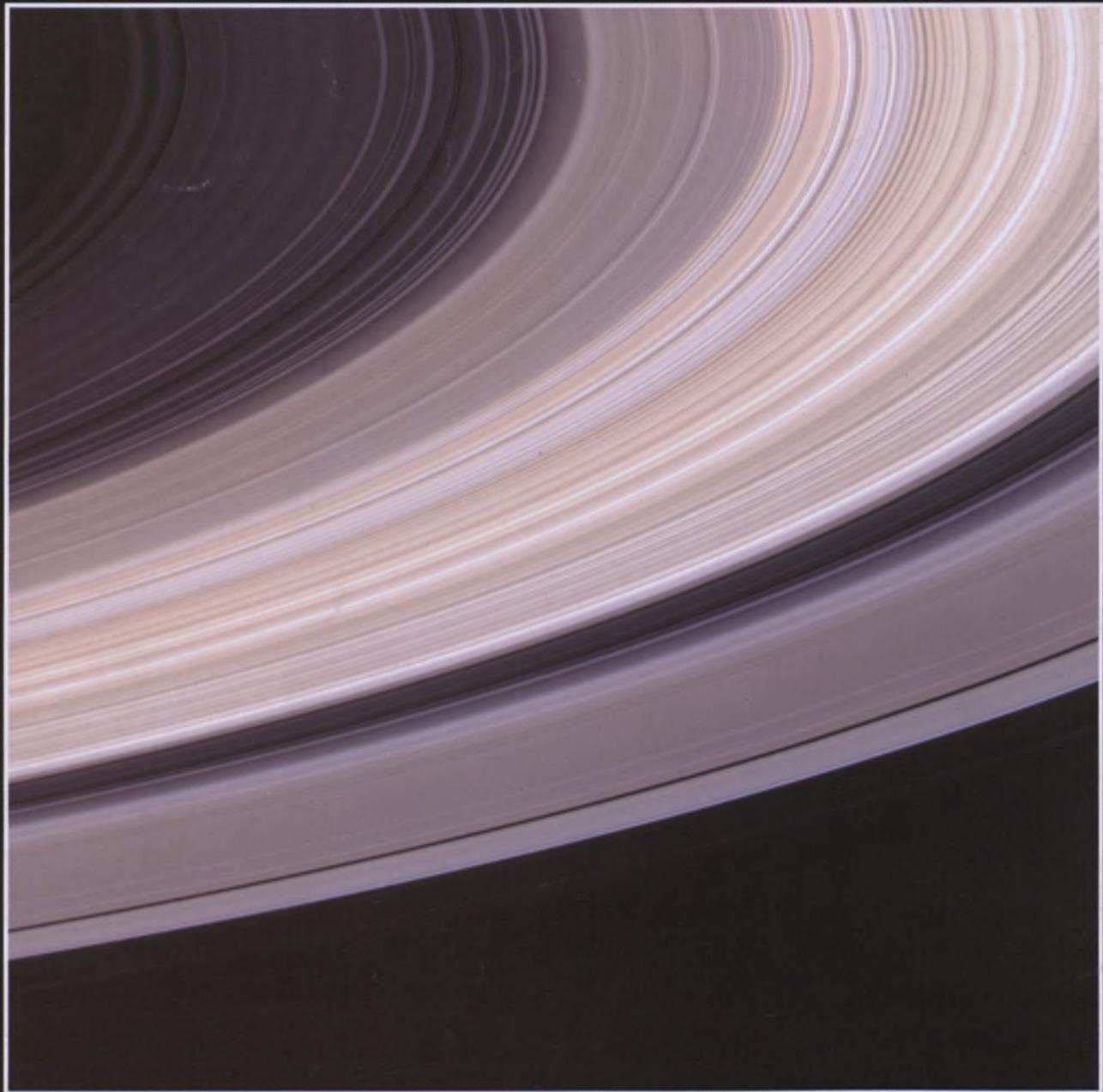
Znajdziemy tam odnośniki do czterech debat, poczynając od pierwszej w roku 1920, chyba najsłynniejszej, w której uczestniczyli Heber D. Curtis i Harlow Shapley, a poświęconej skali odległości we Wszechświecie — „The Scale of the Universe”, poprzez dyskusję na temat odległości do źródeł błysków gamma (Bohdan Paczyński i Donald Q. Lamb — 1995) — „The Distance Scale to Gamma-ray Bursts”, ponownie o skali odległości (Gustav A. Tammann i Sidney van den Bergh — 1996) — „The Scale of the Universe” a kończąc na naturze Wszechświata (P. James E. Peebles i Michael S. Turner — 1998) — „The Nature of the Universe”. Niektóre odnośniki niestety nie działają, ale wystąpienia oponentów dostępne są w całości. Warto przyjrzeć się argumentom stron — najczęściej stykamy się z nimi w znacznie bardziej uwikłanej postaci — czasem warto zatrzymać się i zorientować, co właściwie na dany temat wiadomo... (rs)



Dariusz Dorosz z Żabikowa k. Radzynia Podlaskiego, oprócz zdjęć zarejestrowanego przejścia Wenus przed tarczą Słońca, przysłał do Redakcji „Uranii” sporą kolekcję pięknych zdjęć, z których kilka prezentujemy na tej stronie Galerii. Wyżej, po lewej: Księżyce w perygeum, 1 lipca, godz. 21:30 (MTO-11CA, eksp. 0,5 s). Po prawej: Słońce à la „żółw Ninja” (6.06.2004, godz. 4:20, eksp. 1/125 s). Obok: Wenus w złączeniu z Plejadami (1.04.2004, godz. 20:30, obiektyw 2/58, eksp. 13 s). Niżej: obłoki srebrzyste (4.07.2004, godz. 2:30, obiektyw 2/58, eksp. 15 s)



Pastelowe pierścienie Saturna



Pierścienie Saturna w barwach naturalnych. Obraz uzyskany przez stację Cassini 21 czerwca 2004 r. z odległości 6,4 mil km od planety, gdy stacja kosmiczna zbliżała się „z dołu” do płaszczyzny pierścienia. Najjaśniejszą częścią obrazu jest pierścień B, w którym są widoczne tysiące indywidualnych pierścieni z wyraźnie zmieniającymi się odcieniami koloru piaskowego. Ponieważ materia pierścieni jest głównie złożona z lodu wodnego, te zmiany barwy świadczą o domieszkach do lodu różnych materiałów skalnych i, być może, węglowych. Ciemny pas okalający „od dołu” pierścień B, to „Przerwa Cassiniego”. Dalej, na zewnątrz rozciąga się pierścień A z wąskim ciemnym pierścieniem „Przerwy Enckego”. Wewnątrz pierścienia B znajdują się pierścienie C i D, natomiast poza obrazem, na zewnątrz pierścienia A są słabo świejące pierścienie F, G i E. Obrazy i pomiary wykonane przy pomocy różnych instrumentów stacji Cassini zapewne pomogą wyznaczyć skład i budowę systemu pierścieni Saturna.

Fot. NASA/JPL/SSI Boulder, Colo

Urania

6/2004 (714)

tom LXXV

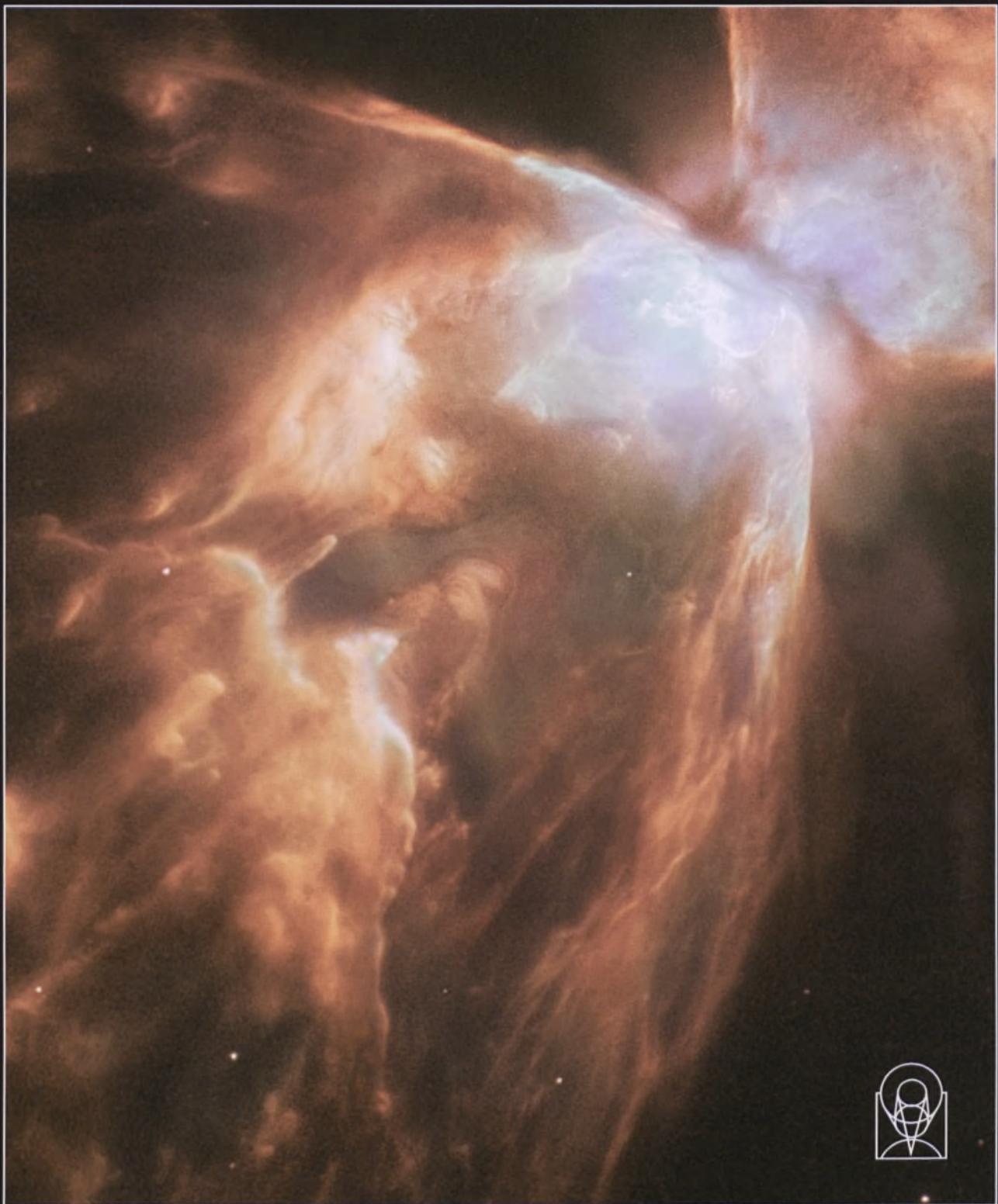
listopad—grudzień

POSTĘPY ASTRONOMII

- Modele standardowe
- Mgławice planetarne w promieniach X
- Astrolabium — krótkie wprowadzenie
- Obiekty Herbiga-Haro



Heic0407



Mgławica Robaczek lub Motylek, jak czasem nazywają ją astronomowie polskojęzyczni (ang. *Bug Nebula*), czyli NGC 6302 jest jedną z najjaśniejszych i najbardziej niezwykłych mgławic planetarnych. To zdjęcie zostało złożone z dwóch zdjęć wykonanych szerokokątną kamerą planetarną WFPC2 teleskopu kosmicznego Hubble'a. Ekspozycja w linii $\text{H}\alpha$ trwała 610 s (tutaj obraz wykorzystany w kolorze niebieskim) a w liniach zjonizowanego azotu 470 s (tu obraz wykorzystany jako czerwony). Azot jest najbardziej obfitý w rejonach zewnętrznych, gdzie gaz jest chłodniejszy. Umierająca gwiazda jest bardzo gorąca (250 tys. stopni) i znajduje się w prawym górnym rogu zdjęcia, między zwężającymi się jasnymi płatami zjonizowanego gazu, w które wcina się pyłowy torus całkowicie zasłaniający gwiazdę. NGC 6302 znajduje się w odległości 4 tys. lat św. od nas w gwiazdozbiorze Skorpiona.

Zdjęcie: A. Zijlstra (UMIST) i in., ESA, NASA

Szanowni i Drodzy Czytelnicy,

To już ostatni zeszyt roku 2004, a wydawało się, że dopiero niedawno rozpoczęliśmy ten rok, tak bardzo obfitą w wyjątkowe wydarzenia astronomiczne. Przeżywaliśmy lądowania kilku stacji na Marsie, przejście Wenus na tle tarczy Słońca, spotkanie sondy Cassini z Saturnem i inne ciekawe odkrycia. Ostatnie dni przyniosły informację o przyznanej Nagrodzie Nobla w dziedzinie fizyki za badania kwarków. Badania tych małych cząsteczek to dziedzina fizyki cząstek elementarnych, czy godzi się zatem wymieniać wyróżnienie tych badaczy jako wydarzenie w dziedzinie astronomii? Jak bliskie są związki między astronomią, a zwłaszcza kosmologią, a fizyką cząstek elementarnych mówi nam właśnie otwierający ten zeszyt artykuł prof. T. Zbigniewa Dworaka o modelach standardowych: kosmologicznym modelu Wszechświata i modelu standardowym cząstek elementarnych.



Wiele miejsca poświęcamy w bieżącym zeszycie gwiazdom w fazie rodzenia się i w fazie umierania. W obu tych fazach mamy do czynienia z obiektami mgławicowymi: te pierwsze są znane jako obiekty Herbiga-Haro, a te drugie to mgławice planetarne. Przedziwne i różnorodne kształty mgławic HH świadczą o niezwykłej aktywności i, powiedziałbym fantazji, rodzących się gwiazd. Przegląd cech tych obiektów daje artykuł Tomasza Kamieńskiego bogato ilustrowany na środkowych stronach kolorowych „Uranii”. O mgławicach planetarnych już kilkakrotnie pisaliśmy na naszych łamach. Teraz skupiamy się na ich promieniowaniu rentgenowskim, które możemy ostatnio badać dzięki paru znakomitym teleskopom kosmicznym (głównie Chandra i XMM-Newton) wprowadzonym na orbity okoloziemskie w ciągu ostatnich lat. Opowiada o tym artykuł Dominika Wóltańskiego.

Astrolabium, którego początki sięgają prawdopodobnie wieków przedchrystusowych, jest pięknym i ciągle fascynującym instrumentem astronomicznym. To, chyba można zaryzykować takie określenie, starożytny komputer astronomiczny. Nie wypada nie znać jego historii, zasad jego struktury i posługiwania się nim. Marcin Egert z Łodzi przedstawia nam ten instrument i szkicuje zastosowania do rozwiązywania określonych problemów astronomicznych.

W sierpniu br. odszedł na wieczną wachtę Wielki Astronom XX w., twórca powszechnie przyjętego modelu jądra kometarnego, Profesor Fred L. Whipple. Wspominamy Jego postać i główne dokonania naukowe w In Memoriam.

W Astronomii w szkole Juliusz Domański kreśli fundamentalne zasady rozumienia natury Słońca i gwiazd i, za Edingtonem, przekonuje nas, że nie ma nic prostszego niż gwiazda...

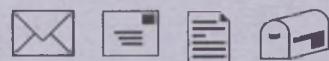
Obserwatorzy gwiaździstego nieba znajdą w tym zeszycie wiele informacji o tym co, czym i jak obserwować: jest kalendarzyk astronomiczny (już na początek roku 2005), jest katalog ciekawych obiektów w Hydrze, jest dalszy ciąg naszej Galerii obiektów NGC i „recepta”, jak samodzielnie wykonać obiektyw do refraktora.

Wiele się działo w czasie miesięcy wakacyjnych w polskim życiu astronomicznym i to na różnych poziomach naukowego wtajemniczenia. Odbyła się międzynarodowa konferencja w Toruniu na temat różnych aspektów wykorzystywania wielkich (10 m) teleskopów typu HET i SALT, było krajowe, ale z uczestnictwem gości zagranicznych, spotkanie bieszczańskie na temat pogody kosmicznej, konferencja meteorytowa w Poznaniu oraz szereg miłośniczych spotkań obserwatorów Słońca, gwiazd i komet. O niektórych z tych spotkań piszemy już w bieżącym numerze naszego pisma.

Zwracamy też Państwu uwagę na ciekawą książkę pióra profesora Erika Infelda (syna Leopolda, współpracownika Einsteina) pt. Cena Nobla oraz na felieton muzyczny Jacka Drażkowskiego.

Życzę Państwu przyjemnej i pozytycznej lektury.

Toruń w październiku 2004 r.



Szanowna Redakcjo!

Jestem prenumeratorem Waszego pisma od dwóch lat. Wcześniej numery „Uranii” czytałem raczej okazjonalnie. Nie spotkałem się w nich z artykułami dotyczącymi zegarów słonecznych (zapewne takie były). Byłbym bardzo wdzięczny, gdybym otrzymał informację o tego typu artykułach lub książkach (albo kontaktach).

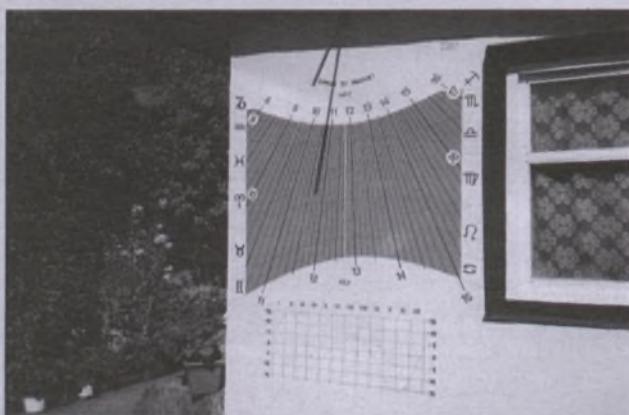
Przy okazji chciałbym przedstawić własnoręcznie wykonany amatorski zegar słoneczny. Jest to zegar zbudowany na pow. ok. 2 m^2 pokazujący czas urzędowy śródnowoeuropejski (15E). Zegar ten wykonałem na południowej ścianie altanki ogrodowej. Obliczeń położenia linii godzin i minut oraz linii przejść dla poszczególnych znaków zodiaku dokonałem za pomocą programu Ephemeris Tools 4.4310 oraz prostych funkcji trygonometrycznych (sin, tg). Przy rysowaniu wykresu poprawek również korzystałem z powyższego programu.

Przy pomocy zegara można określić m.in. aktualną godzinę urzędową (15E), aktualne położenie Słońca w poszczególnych znakach zodiaku oraz moment górowania Słońca. Aby określić aktualny czas, należy do odczytu z tarczy zegara dodać poprawkę odczytaną z wykresu. Dla czasu zimowego (MEZ) odczytu dokonujemy na górze zegara (kolor niebieski), dla czasu letniego (EEZ) w dolnej części zegara (kolor czerwony). Określenie znaku zodiaku jest możliwe wtedy, gdy koniec cienia znajduje się na tarczy zegara (musimy jeszcze intuicyjnie wiedzieć, czy w momencie odczytu jesteśmy przed albo po przesileniu letnim, aby nie pomylić np. Barana z Panną). Miej-

sowe południe (górowanie Słońca) wskazuje żółta pionowa linia w środku zegara. W przypadku, gdy równanie czasu = zero ma ono miejsce o $11^{\text{h}} 44^{\text{m}} 20^{\text{s}}$ (MEZ) dla miejsca wykonania zegara.

Tarczę zegara wyskalowano co 10 min, co pozwala na szacunkowy odczyt godzin z dokładnością 1 min. Pod tarczą umieszczono wykres poprawek w postaci różnicy czasu słonecznego średniego i czasu słonecznego prawdziwego (równanie czasu ze znakiem minus). Zastosowano tego typu wykres, ponieważ przyjęto zasadę, że do odczytu z tarczy zegara dodajemy poprawkę (łatwiej jest przeciętnemu obserwatorowi dodać liczbę dodatnią niż odjąć ujemną, choć z matematycznego punktu widzenia jest to dokładnie to samo). Szacunkowa dokładność odczytu poprawek ok. 1/2 min. Wykres poprawek wykonano w skali pionowej 1 cm = 1 min i poziomej 2 mm = 1 doba, co przy korzystaniu z linijki pozwala łatwo określić poprawki z dokładnością kilkunastu sekund. Na dokładność określenia czasu z zegara wpływają:

1. Błędy wykonawcze:
 - określenie usytuowania położenia ściany — wykonane na podstawie obserwacji Słońca z dokl. ok. 3°,
 - równość i pionowość ściany,
 - pomiar długości i precyzyja ustawienia gnomonu,
 - dokładność wykreślenia linii.
2. Błędy odczytu:
 - umiejętność szacunkowego podziału odcinka przez obserwatora,
 - dokładność odczytu godzin i minut z tarczy zegara (ok. 1 min)
 - dokładność odczytu poprawek z wykresu (ok. 1/2 min).



Tu może być reklama Twojej Firmy!

Nasz cennik jest następujący:

cała strona kolorowa: 1000,00 zł

cała strona czarno-biała: 400,00 zł

Przy mniejszych formatach dla stron czarno-białych:

1/2 s.: 300,00 zł

1/4 s.: 200,00 zł

1/8 s.: 100,00 zł — ten rozmiar traktujemy jako najmniejszy „moduł”. Podobnie jest ze stroną kolorową.

Istnieje możliwość negocjowania warunków.

Zapraszamy na nasze łamy!

Reasumując, maksymalny błąd określenia aktualnego czasu urzędowego nie przekracza ± 2 min, zaś w ok. 80% odczytów błąd ten jest mniejszy niż 1 min. Zapewne nie jest to jakaś rewelacja, ale dla amatorskich warunków wykonania chyba zadawała ją dokładność. Zegarowi temu brakuje jeszcze „duści” artystycznej, ale w wersji prototypowej chodziło mi raczej o rozpracowanie matematyczne zegara.

Grzegorz Górecki

Red.: Artykuł pt. „Zegar słoneczny jako przyrząd dydaktyczny” publikowaliśmy na łamach „Uranii-PA” w 2002 r. w zeszycie nr 3 na s. 132.

rakterystyczny, taki jakim posługują się dźwiękowcy w filmach przy cięciu w powietrzu rozpalonym do białości mieczem, a potem zrobiło się bardzo jasno, jak w dzień, trwało to dosyć dugo. Nad gankiem była zapalone żarówka o mocy około 60 W, a mimo to było bardzo jasno. Mogło to zjawisko być nie odnotowane, ponieważ moja babcia mieszka około 2 km od granicy z dzisiejszą Białorusią.

Pozdrawiam

Sebastian Krawel

WP Prof. Andrzej Woszczyk
Redaktor Uranii-PA

Niniejszym proszę o sprostowanie w mojej notce „Że podawana data” przekręconego w opracowaniu redakcyjnym nazwiska osoby trzeciej. Chodzi o dyrektora Redakcji Oświatowej Polskiego Radia mgr Jacka Kunickiego (a nie Unickiego!).

Wiersz poniżej jest słowo „element”, a powinno być ewenement.

Jeszcze niżej jest replika prof. Dworaka. Wynikałoby z niej, że Niemcy wyprodukowali przynajmniej 3000+1600 rakiet V2. Otóż wszystkich razem nie wyprodukowali tyle(!), a na Amsterdam wyślali znikomą liczbę (zresztą właśnie z Amsterdamu (Hagi) „ostreliwali” Londyn). No cóż, może tym razem zwróci na to uwagę ktoś inny. Te dane bez trudności można skonfrontować w porządku źródłach (np. encyklopediach).

Z poważaniem

A. Marks

Red.: Bardzo przepraszamy za błędy powstałe przy przepisywaniu Pańskiego listu.

Dwumiesięcznik poświęcony upowszechnianiu wiedzy astronomicznej. Czasopismo powstało z połączenia się „Uranii” — dotychczasowego miesięcznika PTMA, ukazującego się od 1922 r. i „Postępów Astronomii” — dotychczasowego kwartalnika PTA, wychodzącego od 1953 r. Patronat: Polskie Towarzystwo Astronomiczne i Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii. Zachowana zostaje dotychczasowa numeracja „Uranii”. Pismo jest częściowo finansowane przez KBN i Komitet Astronomii PAN.

Nakład: 1500 egz.

Redaktor Naczelny:
Andrzej Woszczyk, CA UMK Toruń

Zespół Redakcyjny:
Marek Gołębiewski, CA UMK Toruń
Magdalena Kożuchowska, CAMK Warszawa
Krzysztof Rochowicz, CA UMK Toruń
Roman Schreiber, CAMK Toruń

Opracowanie graficzne
i skład komputerowy:
Jacek Drążkowski

Korekta:
Bożena Wyrzykowska

Adres Redakcji:
Uniwersytet Mikołaja Kopernika
Centrum Astronomii
ul. Gagarina 11
87-100 TORUŃ
tel. (0-56) 611 30 52
fax. (0-56) 621 93 81
Poczta elektroniczna (E-mail address):
aw@astri.uni.torun.pl

Adres WWW:
<http://urania.pta.edu.pl>
<http://urania.camk.edu.pl>

Druk:
Zakład Poligraficzno-Wydawniczy
POZKAL, Inowrocław

Dystrybucja:
Piotr Wąż, CA UMK,
ul. Gagarina 11, 87-100 TORUŃ
tel. (0-56) 611 30 56
E-mail: urania@astri.uni.torun.pl

Prenumerata w roku 2004 kosztuje 54 zł.
Można również zamawiać pojedyncze zeszyty
w cenie 10 zł.

Polskie Towarzystwo Astronomiczne
Zarząd Główny – Sekretariat
ul. Bartycka 18, 00-716 Warszawa
tel. (0-22) 841 00 41 wewn. 46
E-mail: hania@camk.edu.pl
WWW: www.pta.edu.pl

Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii
Zarząd Główny
ul. św. Tomasza 30/7, 31-027 Kraków
tel. (0-12) 422 38 92
E-mail: ptma@oa.uj.edu.pl
WWW: oa.uj.edu.pl/~ptma

Numer zamknięto w październiku roku 2004

* Materiałów nie zamówionych Redakcja nie zwraca, a wykorzystując zastrzega sobie prawo do ich redagowania i skracania

* Przedruk materiałów i zdjęć tylko za zgodą Redakcji. * Opinie i poglądy formułowane przez Redakcję i Autorów nie reprezentują oficjalnego stanowiska obu patronujących nam Towarzystw *

W NUMERZE

244 Modele standardowe

T. Zbigniew Dworak

W artykule przedstawiono model standardowy cząstek elementarnych i subelementarnych mający ścisłe powiązania z kosmologicznym modelem standardowym. Właśnie teraz Nagrodę Nobla w dziedzinie fizyki „za odkrycie asymptotycznej swobody w teorii silnych oddziaływań” (czyli po prostu za odkrycie kwarków przedstawianych w artykule) otrzymali Amerykanie: David Gross, H. David Politzer i Frank Wilczek mający polskie korzenie.

246 Mgławice planetarne w promieniach X

Dominik Wóltański

Krótko istniejące, a niezwykle piękne obrazy umierających gwiazd, znane jako mgławice planetarne, stały się ostatnio przedmiotem intensywnych badań za pomocą znakomitych rentgenowskich teleskopów kosmicznych Chandra i XMM-Newton. Poznaliśmy wiele skrywanych dotąd tajemnic ich natury. Gorąco polecamy lekturę tego ciekawego artykułu.

252 Astrolabium — krótkie wprowadzenie

Marcin Egert

Astrolabium to zapewne starożytny komputer, przy pomocy którego możliwe było rozwijazywanie różnych problemów obserwacji astronomicznych związanych z określaniem czasu oraz pozycji Słońca i gwiazd na niebie. Zasady, na których opiera się jego budowa, były znane już Hipparchowi i Ptolemeuszowi, ale rozkwit zainteresowań tym przystępem nastąpił w wiekach IX i X wśród Arabów, którzy następnie sprowadzają go do Hiszpanii. Stąd zdobywa szturmem uniwersytety, dwory królewskie i trafia nawet pod przysłowiowe strzechy...

259 Obiekty Herbiga-Haro

Tomasz Kamiński

Obiekty odkryte przeszło 50 lat temu przez astronomów, których noszą nazwiska, są małymi mgławicami o przeróżnych kształtach, które świadczą o ogromnej aktywności i chyba fantazji natury w chwilach rodzenia się gwiazd. Zapewne biorą swój początek w protogwiazdach, a następnie wykluwają się z nich gwiazdy zmienne TT Tauri. Niezwykle pasjonujące są narodziny gwiazd! Ten artykuł gorąco polecamy.

w kolorze: Heic0407 (okł. II); **Obiekty Herbiga-Haro** (wkł. II, IV); **Galeria Uranii** (okł. III); **Kipiące Słońce** (okł. IV)

rozmaitości: Pierwsze żniwa na nowym polu Hubble'a (265);

w kraju: Czwarty Obóz Szkoleniowo-Obserwacyjny PTMA (270); Dziewiąte bieszczadzkie spotkania dyskusyjne (271); XXXII Zjazd Towarzystwa Obserwatorów Słońca (272); Konferencja Meteoritowa, Poznań 2004 (272)

galeria obiektów NGC: NGC 1664; NGC 1788; NGC 2022; NGC 2024

In Memoriam: Profesor Fred Lawrence Whipple 1906–2004

astronomia w szkole: Słońce i inne gwiazdy

poradnik obserwatora: Interesujące obiekty: *Hydra*

poradnik konstruktora: Samodzielne wykonywanie obiektywów — czy to możliwe?

kalendarz astronomiczny 2005: styczeń — luty

recenzje: Eryk Infeld, Cena Nobla

astronomia i muzyka: 10 lat duetu Keller & Schönwälder

relaks z Uranią: krzyżówka

ciekawe strony internetowe

NA OKŁADCE

Znajdująca się 3 tys. lat św. od Ziemi, rozległa na ponad pół roku św., mgławica Kocie Oko (NGC 6543) jest klasycznym przykładem końcowej, krótkotrwałej, lecz jakże efektownej fazy życia gwiazd podobnych do Słońca. Znajdująca się w centrum gwiazda wywarza zewnętrzne wzory koncentrycznych pyłowych otoczek poprzez zaburzanie otaczającej ją materii serią regularnych konwulsji. Natomiast powstawanie pięknych wewnętrznych struktur nadal pozostaje zagadką. Podobną fazę własnej mgławicy planetarnej nasze Słońce osiągnie za ok. 5 mld lat.

Fot.: NASA, ESA, HEIC, The Hubble Heritage Team (STScI/AURA)

Modele standardowe

W „Uranii – Postępach Astronomii” (6/2002), w artykule „Krótka historia powstania Wszechświata” przedstawiono też, między innymi, model standardowy kosmologii, nie wymieniając go wprawdzie z nazwy. Z kolei w numerze 6/2003 zwracano uwagę na kosmologię kwantową oraz „nową hipotezę pochodzenia Wszechświata”. Obecnie pragniemy powrócić do tego tematu, lecz naświetlając (!) go z diametralnie różnych pozycji: mikroświata i makroświata

Pредставленный в „Uranii — PA” i wyżej wymieniony artykuł, i piękna książka ks. prof. Michała Hellera *Początek jest wszędzie* (której recenzja też była zamieszczona w naszym periodyku) miały ogromne reperkusje. Niektórzy Czytelnicy domagali się szczegółowych wyjaśnień, ponieważ używając czterech tylko działań arytmetycznych, nie mogli oczywiście otrzymać wyników podawanych przez uczonych. Ponadto zawiązał brak zrozumienia nukleo syntez pierwotnej oraz „drobny” błąd — zabrakło w druku jednego zera; więc nie 3000 K, a 30 000 K. Zbyt dosłownie traktowano również „ucieczkę galaktyk”, podczas gdy idzie o samo rozszerzanie się przestrzeni — w dodatku inflacja przebiega z prędkością o wiele przewyższającą szybkość światła c , bowiem szczególna teoria względności nie narzuca żadnych ograniczeń na tempo rozszerzania się przestrzeni!

W tej sytuacji pojawiły się niezmiernie kształcące artykuły, jak na przykład: *O problemie odległości w kosmologii* („Urania—PA”, 4/2003) Jerzego Sikorskiego, czy *Za kosmicznym horyzontem zdarzeń* („Urania—PA”, 1/2004) Andrzeja Krasickiego. Obecnie zamierzamy podzielić się z Czytelnikami pewnymi szczególnymi refleksjami dotyczącymi mikroświata (mikrofizyki, mikroprzestrzeni) oraz makroświata (makroprzestrzeni, Wszechświata).

Trwające około 50 lat zmagania fizyków teoretyków oraz fizyków eksperymentatorów (nazwisk większości nie wymieniamy, ponieważ lista zajęłaby objętość artykułu), wspomaganych przez coraz bardziej wyrafinowane komputery i coraz potężniejsze akce-

leratory, przyniosły wreszcie pożądane efekty w fizyce cząstek elementarnych. Nie dość, że odkryto wszystkie sześć przewidzianych przez teorię kwarków, leptonów, bozony cechowania (w tym gluony), ale jeszcze opracowano, przedstawiony w ramce (tablica), tzw. model standardowy! Nazwa nie jest bynajmniej przypadkowa, lecz ma odniesienie do modelu standardowego kosmologii — i to nader ścisłe. Postaramy się pokróćce i w miarę przystępnie to wyjaśnić, przybliżyć...

Fizycy eksperymentatorzy, dosłownie ciężko pracując przy akceleratorach, koniecznie potrzebowali wsparcia i to nie tylko finansowego. Przychodzili im z pomocą teoretycy — chociażby Murray Gell-Mann (*nb.* autor książki *Kwark i jaguar*) bardzo długo traktował wymyślone przez siebie kwarki jako twór wyłącznie matematyczny (przypomnijmy, że coś podobnego napisał Osiander w sfałszowanej „Przedmowie” do *De Revolutionibus* — to tylko matematyka!). Jednak kiedy się okazało, że nawet w najpotężniejszym akceleratorze nie sposób osiągnąć tak ogromnych energii na Ziemi, wtedy pomoc przyszła niespodziewanie (?) ze strony kosmologów i astrofizyków wysokich energii. Przypomnijmy, że dość długo, może do połowy XX w., podejrzliwie patrzoną na kosmologię, bowiem wiek Ziemi nie dawał się jakoś uzgodnić z wiekiem Wszechświata, wynikającym ze stałej Hubble'a. Dopiero jej radykalne zmniejszenie — głównie dzięki pozagalaktycznym obserwacjom przeprowadzonym przez Waltera Baadego — pozwoliło na powstanie nowoczesnej kosmologii. Aż wreszcie dopracowano się właśnie pojęcia Wielkiego Wybuchu (choć po-

czątkowo była to złośliwa nazwa ukuta przez Freda Hoyle'a) i kosmologicznego modelu standardowego. Wynikało z niego, iż cofając się w czasie obserwujemy... jakby tu powiedzieć?... coraz większą gęstość energii. Z modelu standardowego wynikało też, iż można się spodziewać kolejnych unifikacji oddziaływań (których tu nie przypominamy). Faktycznie opracowano na początku lat 70. ubiegłego stulecia unifikację oddziaływań elektromagnetycznych i słabych, co oczywiście miało swoje przełożenie i poważne konsekwencje dla fizyki cząstek elementarnych. Dlatego właśnie można stwierdzić, że zaczęły być pomocni i kosmologowie, i astrofizycy. Wnioskując logicznie — im wcześniejsze etapy istnienia Wszechświata, z tym większą mamy do czynienia gęstością energii, która umożliwia dalsze unifikacje oddziaływań: GUT (Great Unification Theories — Wielka Unifikacja; dążenie oddziaływań silnych do elektrosłabych) oraz Superunifikacja (złączenie wszystkich oddziaływań). A jeśli tak, to obserwując echa bardzo wczesnego Wszechświata, możemy zdobyć informację nawet o różnych egzotycznych cząstkach (nie mówiąc już o hipotetycznym wciąż grawitonie czy sławetnym bozonie Higgsa — ale o tym za moment). I właśnie, zarówno teoretycy, jak i eksperymentatorzy rzucili się śledzić doniesienia o obserwacjach astronomiczno-kosmologicznych — na przykład dowiedzieli się wreszcie, iż neutrino ma masę, chociaż co najmniej kilkaset tysięcy razy mniejszą od masy elektronu.

Natomiast teoretycy zaczęli wysuwać śmiałe i nader uprawnione koncepcje, a głównie czynił to Peter Higgs. To on, nim jeszcze sformułowało ostateczny model standardowy cząstek elementarnych, wysunął hipotezę, między innymi na podstawie znajomości współczesnej kosmologii, o istnieniu pola odpowiedzialnego za oddziaływanie słabego. Rzeczywiście, odkryto bozony cechowania W^+ , W^- i Z^0 owego pola Higgsa, co pozwoliło potem sformułować teorię oddziaływań elektrosłabych. Następnie postulował on istnienie uniwersalnej (?), supermasywnej cząstki X , zwanej też bozonem Higgsa, albo... Boską Cząstką. Dlaczego znanej jako Boska? Ponieważ ma bardzo osobliwe własności i może posłużyć do wyjaśnienia początkowej osobliwości. Powinna

MODEL STANDARDOWY CZĄSTEK ELEMENTARNYCH

TABELA LEPTONÓW

rodzaj cząstki	masa [MeV/c ²]	czas życia [s]	ładunek [e]
elektron e	0,511099907(15)	∞	-1
neutrino el. ν_e	<10 ⁻⁵ (10 ⁻⁸ ?)	∞	0
mion μ	105,658389(34)	2,19703(4)10 ⁻⁶	-1
neutrino m. ν_μ	<0,17	∞?	0
taon τ	1777,05(27)	2,900(12)10 ⁻¹³	-1
neutrino t. ν_τ	<18,2	∞	0

TABELA KWARKÓW

nazwa kwarka	masa [GeV/c ²]	ładunek [e]	„zapach”
„górnego” u	0,0015—0,005	+2/3	izospin $I_3=1/2$
„dolnego” d	0,003—0,009	-1/3	$I_3=-1/2$
„dziwnego” s	0,06—0,17	-1/3	dziwność $S=-1$
„powabnego” c	1,1—1,4	+2/3	powab $C=1$
„dennego” b	4,1—4,4	-1/3	piękno $B=1$
„szczytowego” t	173,8(5,2)	+2/3	prawda $T=1$

TABELA BOZONÓW POŚREDNICZĄCYCH

nazwa bozonu	masa [GeV/c ²]	ładunek [e]	czas życia [s]
foton γ	0 (<10 ⁻²⁵)	0	∞
W^{+-}	80,41(10)	+/-1	3,19(9)10 ⁻²⁵
Z	91,187(7)	0	2,643(7)10 ⁻²⁵
gluony g	0 (uwięzione)	0	∞

ona mieć i zerowy ładunek elektryczny, i zerowy spin (jedna z liczb kwantowych), stąd jest zwana też bozonem skalarnym, gdyż normalne bozony mają spin równy 1. Lecz istnieje jeszcze przyczyna, żeby zwać ją Boską Cząstką. Eksplorując wydarzenia wstecz poza Erę Plancka (10^{-44} s), można by domniemywać, że bozon Higgsa stawał się jakby... punktem osobiłwym. Fizycznie nic jednak nie może osiągnąć wartości nieskończonych, zatem, być może, ten skalarny bozon Higgsa eksplodował i oto mamy Wielki Wybuch oraz początek świata. Tak tedy to Boska Cząstka miałaby być tym pierwotnym praatomem, Ylemem albo też... A-torem Demokryta.

Jednak być też może, iż świat miał inny początek. Stephen Hawking zauważał podobieństwo owego pierwotnego Atomu (pozwólmy sobie połączyć dwie nazwy) z czarną dziurą odwróconą w czasie. I jest w tym wiele racji. Ale w czarnej dziurze też występują efekty kwantowo-grawitacyjne, najogólniej ujmując. Nie mamy jeszcze ostatecznej teorii czarnych dziur — zbyt dużo na razie przyjęto uproszczeń. Zaś czarna dziura przecież

wiruje, ponieważ wirowała gwiazda, z której taki kolapsar powstał. Czy w takim razie Boska Cząstka też wirowała? I czy Wielki Wybuch nie spowodował „nadmiernie” wirowanie supermasywnego (?) bozonu Higgsa (znowu nader upraszczająco ujmując)? Przypadek czy konieczność? A może była to lokalna bądź też zero-fluktuacja? *Wszystko, co istnieje we Wszechświecie, jest dziełem przypadku i konieczności* — jak przenikliwie zauważał starożytny Demokryt. Przypomina się ponadto niby groteskowa opowieść Iiona Tichiego (bohatera *Dzienników gwiazdowych* Stanisława Lemka) o tym, jak profesor S. Razgław (!) doszedł właśnie do wniosku, że *Kosmos jest zabronioną fluktuacją*. Są to ładne „śmichy-chichy” z nauki, ale tkwi w nich głębsza zaduma. Lem znowu antycypował przemyślenia uczonych...

W dodatku istnieją też pewne podejrzenia, iż jeśli dojdziemy do „absolutnej elementarności”, wtedy zamiast materii pozostaną tylko stosunki liczbowe, tzn. po prostu czysta informacja! Czyli nazwa Boska Cząstka znowu jest usprawiedliwiona. *dokończenie na s. 251*

Mgławice planetarne, będące późnym i bardzo krótko trwającym etapem ewolucji małomasywnej gwiazdy, przyciągają uwagę swoją różnorodną morfologią: od kształtów okrągłych przez eliptyczne do dwubiegunowych. Jednocześnie jednak proces kształtowania mgławicy planetarnej, jak i jej ewolucja nie są dotychczas zadowalająco wyjaśnione. Ponieważ gwiazda centralna mgławicy planetarnej może mieć temperaturę na powierzchni powyżej 100 000 K, a wokół niej tworzy się bąbel bardzo gorącego gazu, napierający swym ciśnieniem na wewnętrzne części mgławicy, to wskazówka i danych do badania formowania i ewolucji mgławicy planetarnej należałoby również poszukać w wysokoenergetycznej części widma promieniowania elektromagnetycznego. Odpowiednią częścią widma dla wskazanych obszarów jest daleki ultrafiolet i promieniowanie rentgenowskie. Jednak badanie mgławic planetarnych w zakresie X z powodów technicznych rozpoczęto dopiero przed 19 laty. Natomiast instrumenty o odpowiedniej rozdzielczości i czułości uzyskano dopiero w roku 1999 po uruchomieniu obserwatoriów rentgenowskich Chandra i XMM-Newton

Mgławice planetarne w promieniach X

Pokrótko o mgławicach planetarnych

Etap mgławicy planetarnej trwa bardzo krótko w porównaniu do innych stadium ewolucji gwiazdy — rzędu 10 000 lat. Jest to stadium pośrednie pomiędzy czerwonymi olbrzymami a białymi karłami. Przez etap ten przechodzą gwiazdy małomasywne (do około 3 mas Słońca), które pod koniec przebywania na asymptotycznej gałęzi olbrzymów odwracają swoje zewnętrzne warstwy w postaci wolnego i masywnego wiatru gwiazdowego, odslaniając gorące jądro. Ta pozostałość, jako gwiazda centralna, również wysyła wiatr, ale mniej masywny i dużo szybszy. Jest to materia całkowicie zjonizowana. Uderza on w materię wiatru z poprzedniego etapu asymptotycznej gałęzi olbrzymów (AGB), tworząc falę uderzeniową w regionie kontaktu obu wiatrów, która z reguły jest poprzedzona frontem jonizującym. Zarówno fala uderzeniowa, jak i front jonizujący są odpowiedzialne za powstanie zagięszczeń materii wiatru AGB w postaci pierścieni widocznych w liniach wodorowych oraz charakterystycznych dla mgławic planetarnych liniach wzbronionych tlenu, azotu i węgla w zakresie widzialnym (przede wszystkim mgławicowe linie OIII 495,9 nm i 500,7 nm oraz NII 654,8 nm i 658,3 nm). Wewnątrz tych pierścieni znajduje się obszar niewidoczny w zakresie widzialnym, bąbel gorącego rozrzedzonego, zjonizowanego gazu napierającego na wewnętrzne części pierścieni. Opisany model oddziałujących wiatrów jest przedstawiony sche-

matycznie na rys. 1. Kolejne warstwy materii, widoczne w postaci pierścieni, często nie są sferycznie symetryczne, co zależy od rozkładu gęstości materii wiatru AGB. Fala uderzeniowa zdaje się powiększać istniejącą niesymetryczność gęstej materii AGB. Dlatego też można zauważać powiększający się stopień asymetryczności w kierunku do gwiazdy centralnej, czego przykład znajduje się na rys. 2. Gorący bąbel zjonizowanego gazu wewnątrz mgławicy może okazać się regionem o najbardziej asymetrycznych zewnętrznych granicach.

Dlaczego zakres X

Mgławice planetarne słabo promieniują w zakresie rentgenowskim, ale właśnie promieniowanie X potwierdza istnienie gorącego gazu we wnętrzu mgławicy i dostarcza informacji na temat właściwości fizycznych gwiazdy centralnej. Ponieważ gorący gaz odgrywa istotną rolę w strukturze i ewolucji mgławicy planetarnej, to obserwacje w zakresie rentgenowskim mogą stać się czynnikiem rozstrzygającym poprawność modelu, chociażby oddziałujących wiatrów, jeśli emisja promieniowania X rozciągałaby się do wewnętrznej krawędzi wewnętrznego pierścienia (tzw. rymu [5]). Przestrzenny rozkład i właściwości spektralne rozciętej emisji promieniowania X od mgławicy planetarnej mówią o położeniu i warunkach fizycznych gorącego gazu w jej wnętrzu na obszarach objętych falą uderzeniową. Obserwacje promieniowania X od gorącego gazu poddanego wpływowi fali uderzeniowej pozwalają przetestować,

jak prędko szybkie wiatry gwiazdowe oraz skolimowane wypływy oddziałują z wiatrem AGB i przenoszą energię oraz pęd do materiału mgławicy. Obserwacje te dają więc unikalną możliwość bezpośredniego zweryfikowania dynamicznych efektów szybkich wiatrów gwiazdowych i skolimowanych wypływów, jak również pomagają zrozumieć kształtowanie i ewolucję mgławic planetarnych.

Punktowe źródło znajdujące się w centrum mgławicy planetarnej z widmem twardego promieniowania X lub o nadzwyczajnie wysokiej jasności promieniowania w zakresie X może wskażywać na inny mechanizm emisji, taki jak układ podwójny promieniujący w zakresie rentgenowskim. Wykrycie niewidocznych słabych towarzyszących układowi podwójnego poprzez ich emisję koronalną oraz oszacowanie częstości formowania układów podwójnych mgławic planetarnych jest kolejnym atutem obserwacji w zakresie rentgenowskim.

Obserwacje emisji promieniowania X od mgławic planetarnych mogą więc dostarczyć ważnych informacji na temat mechanizmów kształtowania i warunków fizycznych panujących w nich.

Mechanizmy promieniowania z zakresu X w mgławicach planetarnych

Są spodziewane dwa główne źródła emisji promieniowania X od mgławic planetarnych: bardzo gorąca gwiazda centralna oraz gorące i zjonizowane szybkie wiatry gwiazdowe w obszarach objętych falą uderzeniową. Emisja gwiazdowa i emisja mgławicowa różnią się zasięgiem i rozkładem przestrzennym oraz właściwościami spektralnymi. Ponadto materia skolimowanych wypływów uderzających z ogromną prędkością w wolny i gęsty wiatr AGB, a także emisja koronalna niewidocznych karłów tworzących układ podwójny z gwiazdą centralną mgławicy planetarnej powinny stanowić kolejne źródła promieniowania w zakresie rentgenowskim.

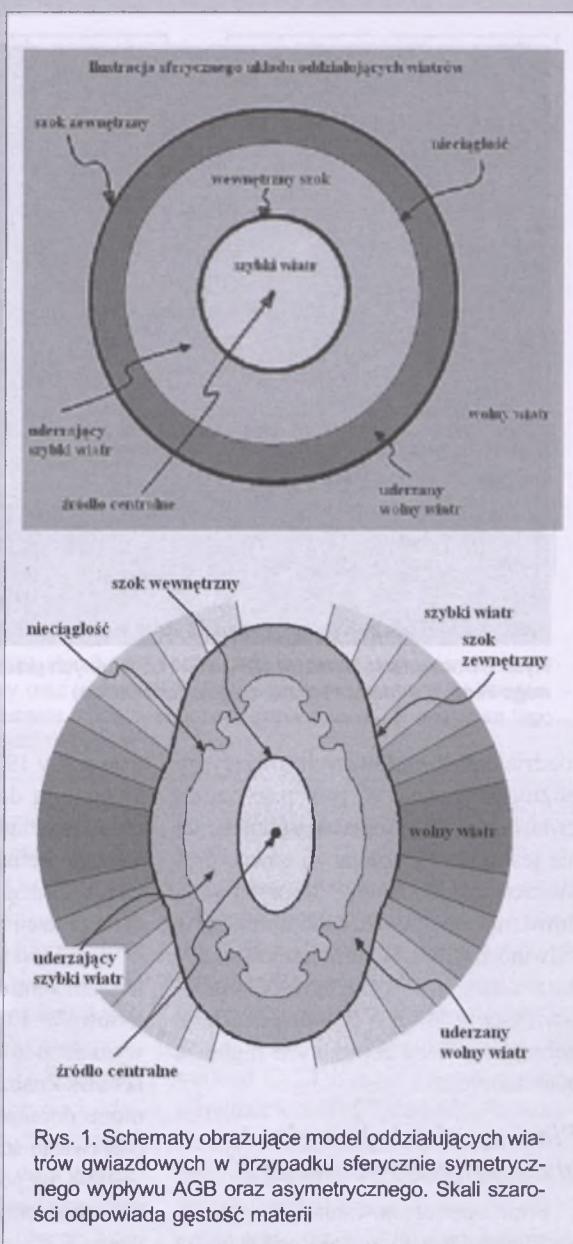
1. Emisja od gorących gwiazd centralnych o temperaturach 100–200 tys. K w postaci miękkiego promieniowania rentgenowskiego o energiach fotónów znacznie niższych od 0,5 keV. Promieniowanie to powinno być źródłem punktowym, a jego właściwości spektralne powinny odzwierciedlać emisję

fotosferyczną spodziewaną od gwiazdy.

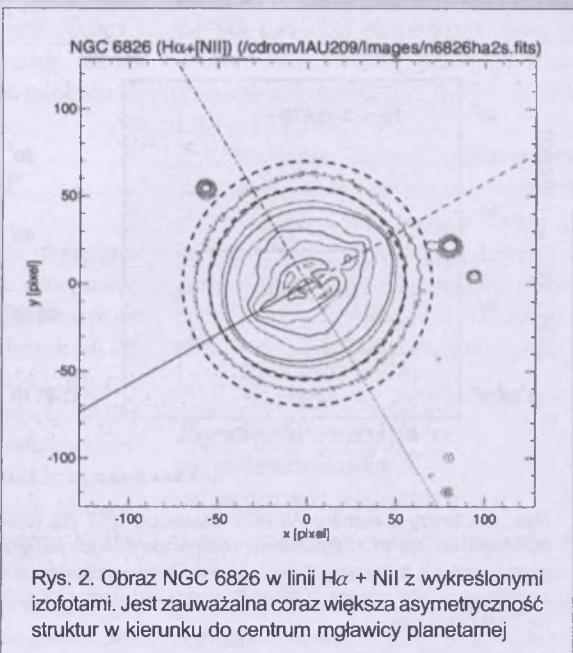
2. Emisja od ogrzewanego falą uderzeniową gazu we wnętrzu mgławicy planetarnej generowanego przez oddziaływanie szybkiego wiatru gwiazdowego (1000–4000 km/s) z poprzednim wolnym wiatrem AGB. Sam szybki wiatr o temperaturach 10–100 mln K jest zbyt słaby, by wyprodukować dostrzegalne promieniowanie rentgenowskie. Dopiero połączenie materiału otaczającego bąbel gorącego gazu pierścienia mgławicy planetarnej z gorącym wnętrzem zwiększa gęstość wystarczającą, by wyprodukować wykrywalną emisję promieniowania X. Promieniowanie to powinno być rozcięte oraz mieć strukturę pojaśnioną na krawędziach. Widmo tego promieniowania powinno być scharakteryzowane przez emisję plazmy, składającą się zarówno z linii, jak i emisji promieniowania hamowania.

3. Emisja od ogrzewanego gazu w falach uderzeniowych formowanych przez skolimowane wypływy lub dżetów nacierających na wiatr AGB z prędkościami większymi niż 300 km/s. Te skolimowane wypływy mogą przebić wiatr AGB i utworzyć rozległe obszary o znacznej gęstości materii, które mogą być wypełnione przez gorący gaz z obszaru fali uderzeniowej i emitować promieniowanie X.

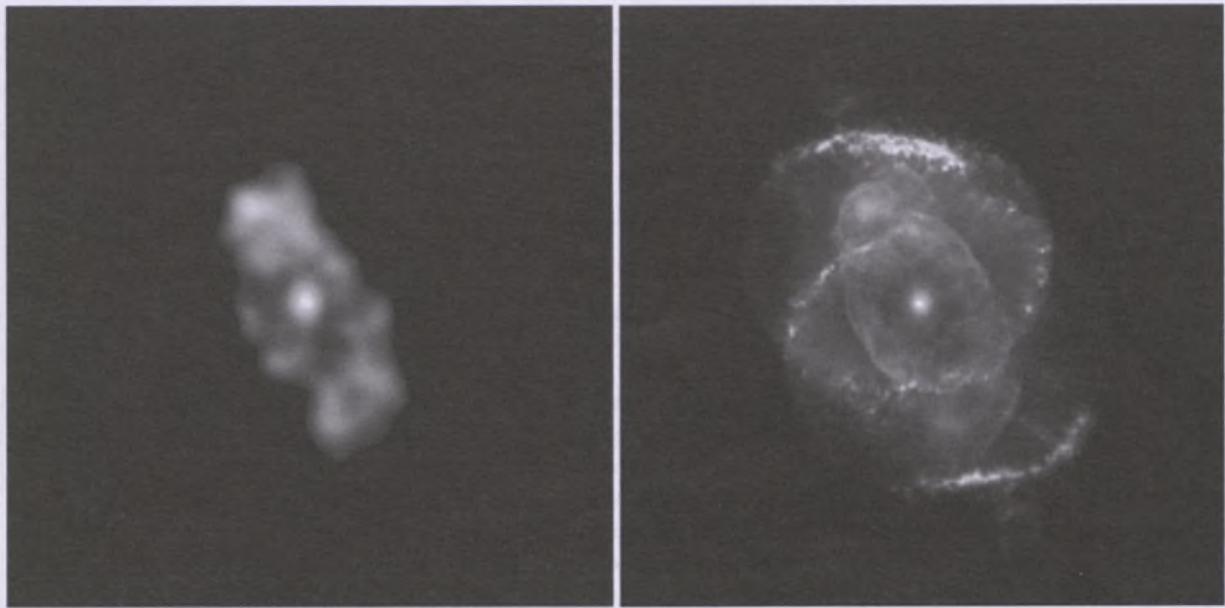
4. Emisja koronalna od niewidocznych i nie-



Rys. 1. Schematy obrazujące model oddziałujących wiatrów gwiazdowych w przypadku sferyczne symetrycznego wypływu AGB oraz asymetrycznego. Skali szarości odpowiadają gęstość materii



Rys. 2. Obraz NGC 6826 w linii H α + Nil z wykreślonymi izofotami. Jest zauważalna coraz większa asymetryczność struktur w kierunku do centrum mgławicy planetarnej



Rys. 3. Porównanie obrazów NGC 6543 uzyskanych przez spektrometr ACIS Chandry oraz kamerę WFPC2 teleskopu kosmicznego Hubble'a (patrz również zdjęcie na okładce)

rozdzielonych karłowatych towarzyszyków północnych typów. W tym przypadku gwiazda centralna mgławicy planetarnej nie jest odpowiedzialna za emisję promieniowania X. Jako że korony gwiazdowe mają temperatury kilku milionów kelwinów, ich emisja promieniowania X ma maksimum powyżej 0,5 keV, w przeciwieństwie do fotosferycznej emisji od gorących gwiazd centralnych mgławic planetarnych.

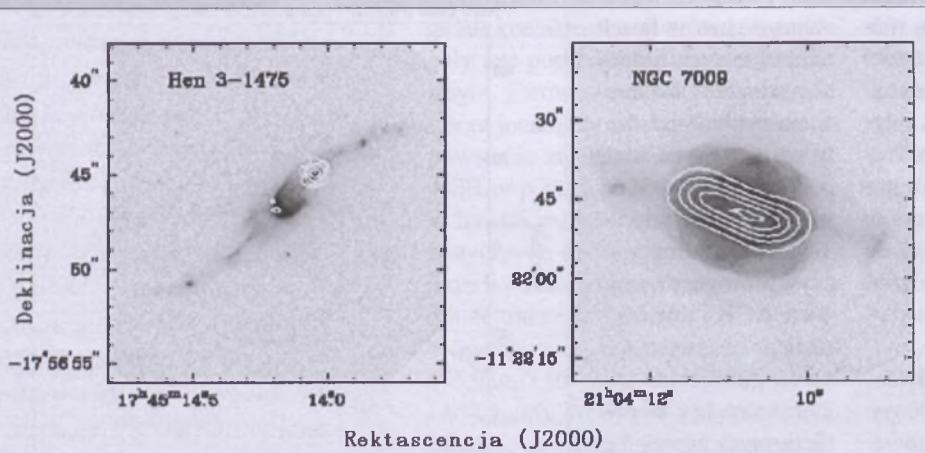
Pierwsze detekcje mgławic planetarnych w zakresie X

Emisja promieniowania X w mgławicach planetarnych została wykryta już przez Obserwatorium Einstein w latach

jego pracy 1978—1981, choć zidentyfikowano ją dopiero później, w 1988 r. u czterech mgławic planetarnych. Pierwsza zidentyfikowana emisja promieniowania X od mgławicy planetarnej pochodziła ze stacji EXOSAT i została wykryta u NGC 1360 w 1985 r. Wcześniej źle interpretowano obserwacje z tych obserwatoriów. W 1989 z obserwacji EXOSAT wyłoniono kolejne cztery mgławice planetarne. Znaczące postępy zostały pochine w dopiero, gdy stały się dostępne obserwacje stacji ROSAT z lat 1990—1998, na pokładzie której znajdowały się instrumenty do obserwacji promieniowania X o wiele lepszą czułością i rozdzielcością przestrzenną. Były to dwa

identyczne instrumenty (PSPC — Position Sensitive Proportional Counter) o polu widzenia $\sim 2^\circ$, rozdzielcości kątowej $\sim 30''$, czułe w przedziale energii 0,1—2,4 keV oraz kamera wysokiej rozdzielcości (HRI — High Resolution Imager) o polu widzenia $\sim 38^\circ$, kątowej rozdzielcości $\sim 5''$, czuła w przedziale energii 0,1—2,0 keV. Zarówno obserwacje punktowe, jak i przegląd całego nieba ROSAT-u (ROSAT All-Sky Survey) zostały wykorzystane do przestudiowania emisji promieniowania X od mgławic planetarnych, dzięki czemu uzyskano 7 nowych wykryć, w tym 3 źródła rozciągnięte. Natomiast archiwum ROSAT-u zawierały użyteczne obserwacje około 80 mgławic planetarnych, z których w 13 wykryto promieniowanie X.

Niestety niektóre obserwacje okazały się być źle zidentyfikowane. Przede wszystkim obce źródła promieniowania X znajdujące się w tle przyjmowano jako sygnał od mgławic planetarnych. Zdarzały się również interpretacje artefaktów wytworzonych przez instrumenty, a także nadinterpretacje danych o niskim stosunku S/N. Trudności w pewnym zidentyfikowaniu źródła przezwyciężono poprzez uznawanie detekcji jedynie wtedy, gdy źródło



Rys. 4. Obrazy z kamery WFPC2 teleskopu HST dla czterech mgławic planetarnych z wykrytą rozciąglią emisją promieniowania rentgenowskiego, na które są nałożone kontury obrazów promieniowania X z zakresu 0,3—1,0 keV. Obserwacje promieniowania X dla Hen 3-1475 otrzymane zostały ze spektrometru ACIS-S Chandry, natomiast NGC 7009 była obserwowana kamerą EPIC na XMM-Newton

promieniowania X mieści się w granicach mgławicy planetarnej danych przez obraz w zakresie widzialnym i w obszarze tym nie ma innego optycznego źródła, takiego jak gwiazda tła czy AGN. Jednakże również obserwacje rozciągłych obiektów nie były zbyt przekonujące ze względu na ograniczoną rozdzielcość kątową i mały stosunek sygnału do szumu.

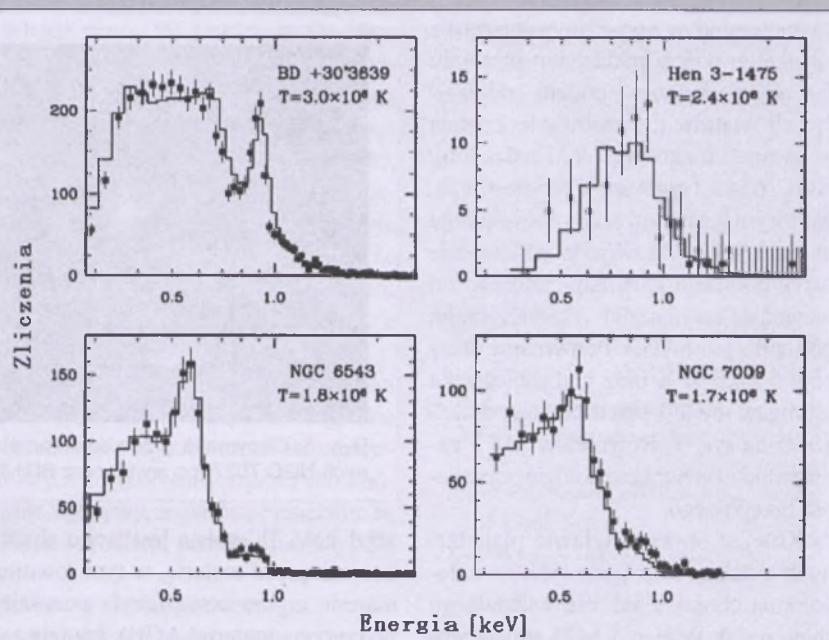
Wszystkie wykryte przez stację ROSAT źródła promieniowania X w mgławicach planetarnych znajdują się w odległości do 2 kpc, a ich gęstość kolumnowa absorpcji N_{H} jest mniejsza niż $2 \times 10^{21} \text{ cm}^{-2}$. Mocne promieniowania w zakresie X tych źródeł są z przedziału od 10^{31} do 10^{33} erg/s .

Już z obserwacji ROSAT-u rozróżniono 3 typy widm promieniowania z zakresu X wykrytego u mgławic planetarnych.

Typ I posiada najbardziej miękki rozkład energii w widmie. Wszystkie wykrywane fotony posiadają energię poniżej $\sim 0,4 \text{ keV}$, a zliczenia wzrastają w kierunku niższych energii. Jako posiadające ten typ widma zidentyfikowano następujące mgławice planetarne: NGC 246, NGC 1360, NGC 3587, NGC 6853, K 1-16 i A 30, z których jedynie ta ostatnia jest źródłem rozdzielonym. Temperatury efektywne ich gwiazd centralnych są większe niż $100\,000 \text{ K}$. Ich widma promieniowania z zakresu X można więc dopasować przy pomocy modelu emisji ciała doskonale czarnego o temperaturze $\sim 150\,000 \text{ K}$. Najprawdopodobniej źródła z widmami typu pierwszego reprezentują fotosferyczną emisję od gwiazd centralnych.

Typ II prezentuje widma twardsze, gdzie większość wykrytych fotonów ma energię powyżej $0,5 \text{ keV}$. Jako posiadające tego typu widma sklasyfikowano w sposób pewny dwie mgławice planetarne: BD+30°3639 oraz NGC 6543. Ich widma promieniowania w zakresie rentgenowskim mogą być dopasowane przez modele emisji plazmy o temperaturze kilku milionów kelwinów. Oba obiekty są źródłami rozciągłego promieniowania rentgenowskiego. To twardy promieniowanie rentgenowskie wskazuje na obecność gorącego gazu w obiektach o widmach typu drugiego.

Również trzy inne mgławice planetarne najprawdopodobniej posiadają widma tego typu. Są to: A 36, K 1-27 oraz NGC 7009, których widma, choć



Rys. 5. Widma BD+30°3639, Hen 3-1475 i NGC 6543 otrzymane przy pomocy spektrometru ACIS-S Chandy oraz widmo NGC 7009 otrzymane przez XMM-Newton. Dodany histogram przedstawia model najlepszego dopasowania. Temperatura tego modelu jest podana na każdym panelu

zaszumione w dostępnych obserwacjach, nie wykazują wzrostu w kierunku niższych energii, jaki jest widoczny w pozostałych typach widm.

Typ III prezentuje złożone widmo: silny składnik miękki jest widoczny razem ze słabym twardym składnikiem. Jest znanych jedynie dwóch przedstawicieli widm tego typu: NGC 7293 oraz LoTr 5. Oba nie są rozciągłymi źródłami rentgenowskimi. Pochodzenie twardego składnika jest trudne do wyjaśnienia i możliwe, że nie jest to jednakowa przyczyna — LoTr5 jest znany układem podwójnym, jednak NGC 7293 podwójnym układem nie jest. Twarty składnik tego widma powinien, tak jak w typie drugim, wskazywać na obecność gorącego gazu.

Obserwacje Chandy i XMM-Newtona

Jedynie trzy mgławice planetarne obserwowane w zakresie rentgenowskim zostały (ledwo) rozdzielone przez instrumenty ROSAT-u. Były to A 30, BD+30°3639 oraz NGC 6543. Ich rozmiary są jednak mniejsze niż 1,5 instrumentalnej szerokości połówkowej użytych do obserwacji instrumentów, toteż wyniki budziły wątpliwości. Dopiero użycie instrumentów Chandy i XMM-Newtona dało znacznie bardziej zadowalające wyniki i spowodowało postępy w wykrywaniu rozciągłych źródeł pro-

mieniowania X w mgławicach planetarnych.

Obserwatorium rentgenowskie Chandra pracuje na orbicie od 7 sierpnia 1999 r. Znajdujące się na pokładzie urządzenia znakomicie nadają się do obserwacji mgławic planetarnych w zakresie X. Są to spektrometr ACIS (Advanced CCD Imaging Spectrometer) o rozdzielcości $5''$ pracujący w zakresie 0,2– 10 keV , kamera wysokiej rozdzielcości HRC (High Resolution Camera) o rozdzielcości mniejszej niż $5''$ i polu widzenia $31'' \times 31''$ oraz dwa spektrometry do niskich i wysokich energii LETG i HETG (Low/High Energy Transmission Grating) pracujące w zakresach odpowiednio 0,09– 3 keV i 0,4– 10 keV .

Obserwacje mgławic planetarnych w zakresie X są prowadzone również przez satelitę XMM-Newton wykorzystującego instrumenty o podobnych parametrach, z których do mgławic planetarnych najbardziej przydaje się kamera EPIC (The European Photon Imaging Camera).

Rozciągłe emisja promieniowania X od mgławic planetarnych

Rozciągłe promieniowanie rentgenowskie od większości mgławic planetarnych pochodzi z ich wewnętrznych regionów wewnętrznych pierścieni mgławic

cowych, zgodnie z przewidywaniami dla szybkiego wiatru poddanego działaniu fali uderzeniowej w modelu oddziałyujących wiatrów gwiazdowych. Zwraca tu uwagę obiekt najlepiej rozdzielony NGC 6543 (mgławica Kocie Oko), w którym jest zauważalne wyjaśnienie na brzegach. Wskazuje to na istnienie bąbla gorącego gazu napierającego od wewnętrz na materiał wcześniejszego gęstego wiatru AGB. Porównanie obrazów z zakresu X oraz widzialnego dla tej mgławicy jest przedstawione dodatkowo na rys. 3. Również w Mz 3 zauważono istniejącą morfologię pojaśnieńia brzegowego.

Kolejne obrazy mgławic planetarnych z zakresu rentgenowskiego nałożone na obrazy z zakresu widzialnego są na rys. 4. W Hen 3-1475 emisja promieniowania X jest ulokowana w dwóch obszarach, po przeciwnych stronach od gwiazdy centralnej, pokazującą strukturę dwubiegunową. Są to obszary działania fali uderzeniowej, gdzie następuje nagła zmiana prędkości szybkiego skolimowanego wypływu pochodzącego z jądra obiektu. Emisja promieniowania X z tego obiektu jest więc powiązana ze skolimowanymi wypływami, obserwowanymi również w obiektach Herbiga-Haro. Istnienie emitującego promieniowanie X gazu ogrzewanego przez falę uderzeniową powodowaną przez skolimowane wypływy sugerowanego również w Mz 3.

Rozkład gorącego gazu wykrytego w rozciagłych obiektach rentgenowskich nie może być jednak bezpośrednio reprezentowany przez obraz widoczny w zakresie X. Większość emisji promieniowania X od mgławic planetarnych jest wykryta dla energii poni-



Rys. 6. Otrzymane przez spektrometr ACIS Chandry obrazy mgławic planetarnych NGC 7027 (po lewej) oraz BD+30°3639 (po prawej)

żej 1 keV. Ta emisja jest łatwo absorbowana przez materię, w tym również materię mgławicową (czyli wcześniej wyrzuconą materiał AGB). Istnieje zależność (antykorelacja) pomiędzy jasnością powierzchniową promieniowania X a ekstynkcją mgławicową. Z powodu tej różnicowej absorpcji poprzez mgławice, morfologia mgławicy planetarnej w zakresie X może nie być reprezentatywna dla rozkładu przestrzennego gorącego gazu.

Prezentowane na rys. 5 cztery mgławice planetarne mają wykrytą rozciągłą emisję w zakresie X promieniowania. Emisja ta jest miękka, rozkład energii osiąga maksimum poniżej 1,0 keV. Kształt widma jest zdominowany przez linie emisyjne NVII, OIII i NeIX sugerujące na emisję plazmy. Dopasowanie spektralne wykorzystujące model emisji plazmy daje temperaturę plazmy $1-3 \times 10^6$ K i sugeruje wzbogacenie chemiczne w azot i neon. Moce promieniowania w zakresie X dla mgławic planetarnych czerpane z tych dopasowań sięgają od 3×10^{31} erg/s do 1×10^{33} erg/s.

Młodsze mgławice planetarne BD+30°3639, Mz3 oraz NGC 7027 (obrazy dwóch z nich są przedstawione na rys. 6) mają w zakresie X systematycznie wyższe moce promieniowania i temperatury niż bardziej wyewoluowane NGC 6543 i NGC 7009.

Dla Hen3-1475 z widma promieniowania X przedstawionego na rys. 5 na podstawie temperatury gorącego gazu wyznaczono prędkość fali uderzeniowej na około 400 km/s.

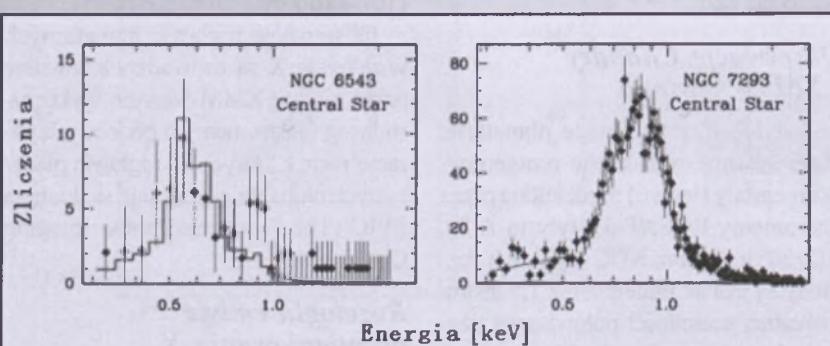
Emisja twardego promieniowania X

Bardzo duża rozdzielcość instrumentów Chandry umożliwiła wykrycie twardego promieniowania X ze źródeł punktowych w gwiazdach centralnych mgławic planetarnych Mz3, NGC 6543, NGC 7293 i prawdopodobnie Hen 3-1475. Na rys. 7 pokazano widma promieniowania X gwiazd centralnych NGC 6543 i NGC 7293. Widma te sugerują emisję od plazmy o temperaturze powyżej kilku milionów kelwinów i mocy promieniowania w zakresie rentgenowskim $\sim 10^{29}$ erg/s. Pochodzenie tych punktowych źródeł nie jest pewne. Czasowa zmienność w promieniowaniu X oraz w linii H α gwiazdy centralnej NGC 7293 sugeruje obecność niewidocznego towarzyszącego dMe z aktywną koroną.

W innych przypadkach (np. NGC 6543), w szczególności tych z umiarkowanymi i silnymi wiatrami gwiazdowymi, fale uderzeniowe w szybkich wiatrach gwiazdowych w rzeczy samej mogą być odpowiedzialne za emisję twardego promieniowania X.

Podsumowanie i wnioski

Promieniowanie X pochodzące od mgławic planetarnych jest badane już od



Rys. 7. Widma gwiazd centralnych mgławic planetarnych NGC 6543 oraz NGC 7293 otrzymane przez spektrometr ACIS-S Chandry. Dodatkowo na widmo rentgenowskie NGC 6543 jest nałożone widmo dla modelu emisji plazmy o temperaturze 2×10^6 K. Natomiast na widmo rentgenowskie NGC 7293 jest nałożony model najlepszego dopasowania dla temperatury $\sim 7 \times 10^6$ K

prawie 20 lat. Na początku odbywało się na podstawie obserwacji wykonanych przez obserwatoria rentgenowskie Einstein, EXOSAT i ROSAT. Jednakże dopiero Chandra i XMM-Newton wykorzystują instrumenty wystarczająco czułe i dostarczają obserwacji o dostatecznej rozdzielczości. Wykryły one rozciągniętą emisję promieniowania X pochodząącą od gorącego gazu we wnętrzach mgławic planetarnych i obszarach fal uderzeniowych powodowanych przez szybkie (>500 km/s) skolimowane wypływy. Wykryły również nierozdrożne punktowe źródła gwiazd centralnych. Te wyniki dostarczyły dużo informacji o rozkładzie i warunkach fizycznych gorącego gazu w mgławicach planetarnych i pozwalają badać fizyczną strukturę tych mgławic jako całość, jak również skolimowane wypływy i prowadzony przez nie transport energii do otoczkii mgławicowej.

Młode mgławice planetarne z wyraźną morfologią pierścienia (tzw. sze-

lu bądź rimus [5]) zawierają znaczące ilości gorącego gazu w swoich wnętrzach. Ten gorący gaz steruje ekspansją mgławicy poprzez jego ciśnienie. Czas istnienia gorącego gazu jest krótki, gdyż jedynie najmłodsze mgławice planetarne mają wykrytą rozciągłą emisję promieniowania X. Jest możliwe, że nadmierne mieszanie się materiału mgławicowego obniża temperaturę gazu do wartości poniżej 10^6 K.

Z powodu zazwyczaj małych ilości gorącego gazu we wnętrzach mgławic planetarnych czy obszarach fal uderzeniowych powodowanych przez skolimowane wypływy, mgławice planetarne są słabymi źródłami promieniowania X.

Literatura i strony internetowe

- [1] You-Hua Chu, Martin A. Guerrero, Robert A. Gruendl, *X-rays from Planetary Nebulae*, arXiv:astro-ph/990906 v1 6 Sep. 1999.
- [2] Martin A. Guerrero, You-Hua Chu, Robert A. Gruendl, *X-ray Observations of*

Planetary Nebulae arXiv:astro-ph/0310309 v1 10 Oct. 2003.

- [3] Bruce Balick, Adam Frank, *Shapes and shaping of Planetary Nebulae*, Annual Review of Astronomy and Astrophysics, volume 40, 2002.
- [4] Sun Kwok, *The Origin and Evolution of Planetary Nebulae*, Cambridge University Press 2000.
- [5] Perinotto,M., Schonberner,D., Steffen,M., Calonaci,C., *The evolution of planetary nebulae*, A&A,414,993, 2004.
- [6] Schonberner,D., Steffen,M., Jacob,R. 2004 in Asymmetric Planetary Nebulae III *Ionization and its Structural Impacts on the Evolution of Planetary Nebulae*, ASP Conf. Ser.
- <http://heasarc.gsfc.nasa.gov/docs/>
- <http://chandra.harvard.edu>

Dominik Wóltański jest studentem astronomii na Uniwersytecie Mikołaja Kopernika. Artykuł powstał w oparciu o jego pracę seminaryjną.

dokończenie ze s. 245

wiona.

Gdzieś pośród tych kwestii, może czasem naiwnych, znajduje się prawda. Lecz czy do niej kiedyś dotrzemy? Zresztą: *Nie widać żadnej konieczności, by ewolucja biologiczna miała jakikolwiek interes w wyposażaniu nas w potężny mózg, który mógłby skutecznie zmierzyć się ze skomplikowaną strukturą Wszechświata* — napisał ks. prof. Michał Heller.

Istnieje też problem z przyszłością Wszechświata. Zależy ona od średniej w nim gęstości ρ materii. Potrafimy ją obliczyć, ale nie jest pewne, czy wszystkie jej składowe rzeczywiście uwzględniamy. Jeśli gęstość materii jest mniejsza od pewnej wartości krytycznej ($\rho < \rho_k$), to Wszechświat będzie się rozszerzał wiecznie. Mamy pewne poważne wskazówki, iż istnieje ciemna materia (choćby owe o niezerowej masie neutrina, nie wspominając już innych egzotycznych cząstek). Obecnie zaś najpopularniejsza jest hipoteza, że gęstość energii jest właśnie krytyczna, ale tylko $1/3$ z niej to materia („zwykła” i „ciemna”), a reszta to tzw. „ciemna energia”, która nie wstrzymuje ekspansji, więc szybkość rozszerzania się Wszechświata rośnie z czasem, a nie maleje.

Ale gdyby gęstość była większa od

krytycznej ($\rho > \rho_k$), to czekałyby nas tzw. Wielki Kolaps Wszechświata. Nie nastąpiłoby jednak wtedy odtworzenie warunków z Początku Świata, ponieważ istnieje strzałka czasu. Należałoby więc jeszcze uwzględnić co najmniej termodynamikę nierównowagową Ilij Prigogine'a, lecz i tak nie jest jasne, jaki „kształt” przyjąłby końcowy bozon Higgsa. W każdym razie jedno i drugie byłoby dla nas zgubne (podobnie zresztą jak i ten trzeci, najprawdopodobniejszy wariant płaskiego Wszechświata, w którym $\rho = \rho_k$).

Tylko niby dlaczego tak się tym przejmujemy? W kulturę ludzką, zwłaszcza w cywilizację śródziemnomorską, wpisane jest dogłębne przeświadczenie, iż każdy początek kryje w sobie koniec. Dotyczy to życia osobniczego, egzystencji narodów, społeczeństw, państw etc. Dotyczy to również Ziemi i świata. Koniec świata miał nastąpić, według wierzeń chrześcijańskich, w roku tysięcznym, potem w dwutysięcznym... Co prawda to, co się na naszej pięknej planecie teraz dzieje, może zwiastować rychły kres ludzkości, a przynajmniej obecnej cywilizacji, jednak nie z powodów astronomiczno-kosmicznych.

Największa katastrofa kosmiczno-środowiskowa w dziejach naszej pla-

nety umożliwiła przecież radiację adaptatywną ssaków, dzięki czemu jesteśmy obecni w biosferze Ziemi. Wcale więc nasze istnienie nie było przedustawnie dane, jakby chcieli tego zwolennicy ostatecznej zasady antropicznej, ponieważ upadki ogromnych meteorytów czy też jader komet są zdarzeniami nieprzewidywalnymi!

Powracając do początku (który jest wszędzie...), model standardowy fizyki cząstek elementarnych jest ściśle powiązany z kosmologicznym modelem standardowym. Fizyka wspiera kosmologię, astrofizyka i kosmologia wspiera fizykę.

Autor wyraża głęboką wdzięczność Koledze Profesorowi Krzysztofowi Fiałkowskiemu z Zakładu Teorii Cząstek Instytutu Fizyki Uniwersytetu Jagiellońskiego za udostępnienie modelu standardowego cząstek elementarnych oraz cenne uwagi, które były nader pomocne podczas pisania tego artykułu.

Dr hab. Tadeusz Zbigniew Dworak jest profesorem nadzwyczajnym na Wydziale Geodezji Górnictwa i Inżynierii Środowiska AGH w Krakowie. Zajmuje się również układami ziemionowymi, środowiskami planet i historią astronomii



Astrolabium — krótkie *wprowadzenie*

Kiedy Heloiza i Abelard, jedna z najbardziej znanych par ko-chanków, zdecydowali się nadać swojemu synowi imię „Astrolabe” (Astrolabium), stało się jasne, że wpływowymi kręgami XII-wiecznej Europy w pełni już zawładnęła moda na przyrząd będący ucieleśnieniem naukowego piękna oraz niosący w sobie powiew niezwykłości i tajemnicę tradycji arabskiej — moda na astrolabium. Przedmiot niewielki, o ogromnych jednak możliwościach, a przede wszystkim ogromnej sile oddziaływania na umysły ludzkie.

Historia powstania przyrządu jest nie do końca jasna. Nie możemy wskazać ani konkretnej daty, ani konkretnej osoby, którą można by uznać za wynalazcę astrolabium. Podstawowa zasada teoretyczna, na której opiera się działanie przyrządu — projekcja stereograficzna (patrz ramka) — znana była już prawdopodobnie Hipparchowi ok. 150 lat p.n.e. Z całą pewnością świadomie posługiwano się tym rodzajem projekcji w Rzymie na początku naszej ery. Około 27 roku n.e. Witruwiusz, architekt rzymski, w swoim dziele *O architekturze* opisuje pewien specyficzny rodzaj zegara, w budowie którego najprawdopodobniej wykorzystano właśnie ten typ projekcji. Autor nie wdaje się w szczegóły techniczne, co pozwala przypuszczać, że przyrządy takie i sama projekcja stereograficzna nie były obce jego czytelnikom.

Dokładny opis projekcji stereograficznej daje w 160 r. n.e. Ptolemeusz w swoim *Planisphaerium*. Jest to pierw-

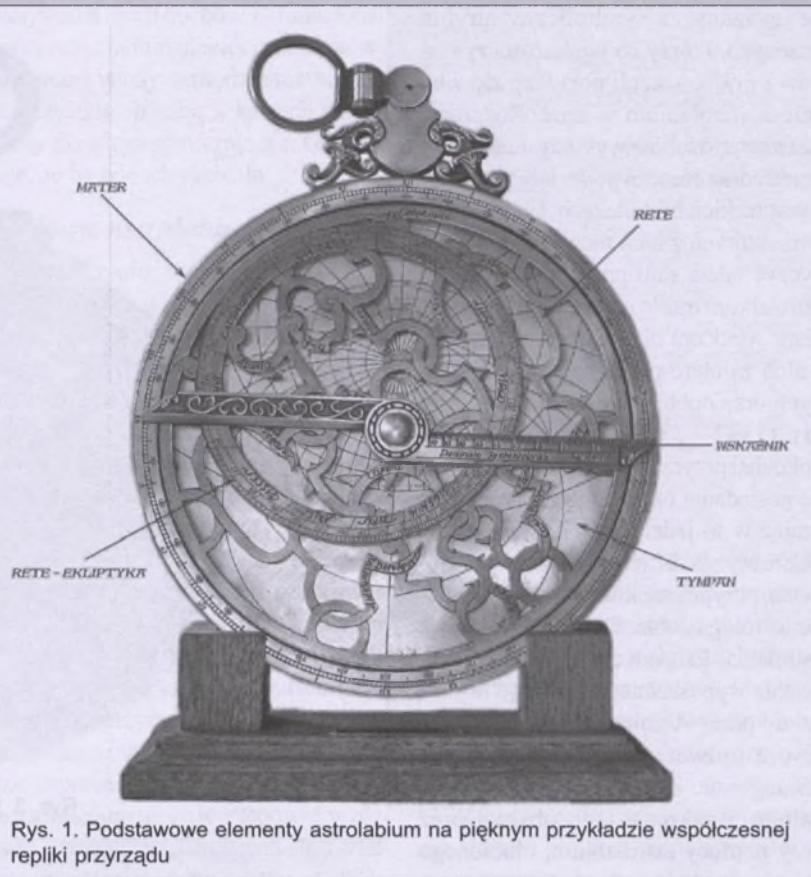
sze, znane nam, kompletne matematyczne ujęcie problemu tego rodzaju projektacji. Niestety, do naszych czasów nie zachował się oryginalny grecki tekst. Wszystko, co pozostało, to arabskie tłumaczenia datowane na mniej więcej 1000 r. n.e. oraz przekład łaciński wersji arabskiej pochodzący mniej więcej z 1143 r. Wydaje się, że brak w tych przekładach końcówki pracy Ptolemeusza, która mogła zawierać dokładniejsze informacje o ciekawym, przypominającym astrolabium, przyrządzie wspomnianym tylko побieżnie w znanych nam fragmentach.

Początków znanej nam wersji przyrządu, zawierającej wszystkie podstawowe elementy, czyli *tympanum* (tympan), *alidade* (alidade) oraz *rete* można doszukać się w IV w. n.e. Wszystko za-wdzięczamy wiedzy i dociekiliwości Theona z Aleksandrii, ostatniego dyrektora słynnej biblioteki aleksandryjskiej, który wraz ze swoją córką Hypatią z za-pałem poświęcał się tłumaczeniom i edycji dzieł wielkich matematyków. Jest on autorem m.in. *Traktatu na temat małego astrolabium* — pierwszej zna-nej nam pracy w pełni opisującej ten przyrząd. Niestety także to dzieło nie przetrwało do naszych czasów — o jego istnieniu wiemy tylko dzięki wzmian-kom w bibliografiach późniejszych tek-stów, przede wszystkim pisanej po grec-ku, pochodzącej mniej więcej z 530 r. n.e. książki autorstwa Jana Filopona oraz pisanej po syryjsku, pochodzącego sprzed 660 r. n.e., opracowania autor-stwa Severusa Sebokhta.

Pierwszy kontakt uczonych arabskich z greckimi dziełami następował zwykle za pośrednictwem języka syryjskiego, tak więc i pierwsze prace arabskie były tylko tłumaczeniami syryjskich opracowań, bazujących z kolei na źródłach greckich. Z czasem Arabowie zaczęli sami tłumaczyć bezpośrednio z języka greckiego, aby już wkrótce tworzyć we własnym języku. Pierwsze autorskie prace arabskie na temat astrolabium powstały prawdopodobnie już w VII w. n.e. Z kolei pierwszym uczonym arabskim, który skonstruował astrolabium, był najprawdopodobniej niejaki Al-Farāzī.

IX i X w. n.e. to prawdziwy rozkwit zainteresowania tym przyrządem wśród Arabów. Oprócz wielu opracowań teoretycznych powstają prawdziwe centra produkujące przyrządy. Pierwsze i chyba największe takie centrum to położone pomiędzy Tygrysem i Eufratem miasto Harrān. Wkrótce przyrząd, przez Afrykę północną, dociera do zajętej przez Arabów części Hiszpanii. Tu po raz pierwszy stykają się z nim studenci i uczeni z innych części Europy. Zafascynowani możliwościami przyrządu rozpoczynają tłumaczenie prac arabskich na łacinę oraz, co ważniejsze, zabierają przyrząd i wiedzę o nim do swoich krajów. Wśród osób zafascynowanych astrolabium znalazł się między innymi niejaki Gerbert z Aurillac, który po wizycie w Kordobie i poznaniu przyrządu zaczął zarażać fascynacją swoich uczniów i wychowanków w Rheims oraz innych miastach Europy, w których bywał. W 999 r. Gerbert z Aurillac został wybrany na papieża i przyjął imię Sylwester II.

Z papieżem tym wiąże się interesu-

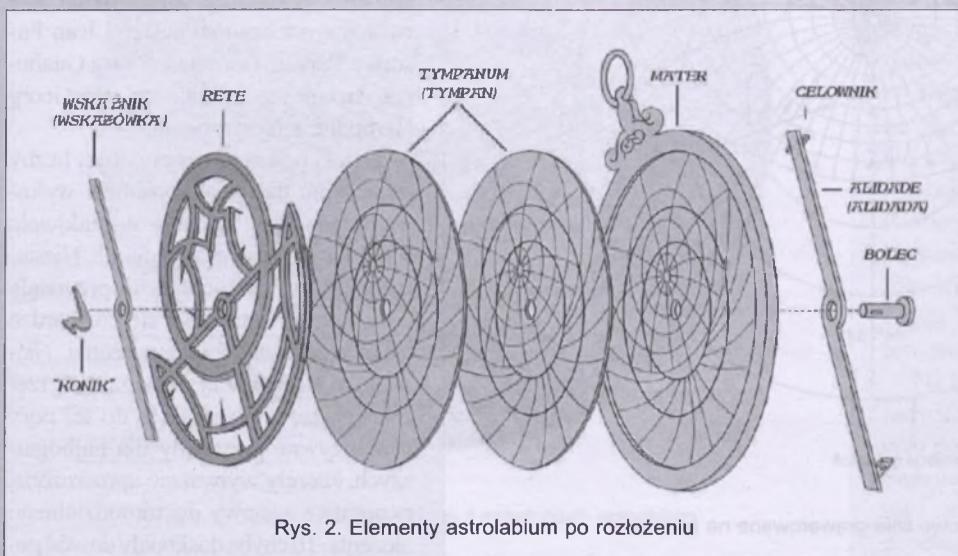


Rys. 1. Podstawowe elementy astrolabium na pięknym przykładzie współczesnej repliki przyrządu

jaca anegdota. Otóż nie mniej sławny naukowiec, awanturnik i czarodziej (trudno stwierdzić, które z tych określeń opisuje go najdokładniej) Michael Scot twierdził z całą stanowczością, że swoją wiedzę na temat astrolabium Gerbert zdobył od ...diabła, którego miał regularnie przywoływać i zmuszać do udzielania sobie lekcji. Wszystkie te szatańskie nauki przyszły papież miał zapisywać, analizować i później podawać jako swoje. Sam Michael Scot był bardzo barwną postacią, której prawdopodobnie znacznie bliżej było do diabła

niz Gerbertowi. Gruntownie wykształcony pełnił funkcję nadwornego filozofa i naukowca na dworze Fryderyka II. W XIII w. pisma Scota były szeroko znane i omawiane w całej Europie. Olbrzymie zaangażowanie nie tylko w astronomię, ale także w medycynę, astrologię i alchemię sprawiło, że uyskał miano „czarodzieja”. Zasłynął między innymi z tego, że trafnie przewidział wynik wojny lombardzkiej (prawdopodobnie przy pomocy astrolabium). Udało mu się także pozbawić swojego króla kilku dolegliwych schorzeń, czym zyskał sobie przychylność władcy.

Pozostawmy jednak barwne biografie bohaterów związanych z historią astrolabium i powróćmy do nie mniej interesującej historii samego przyrządu. Od X w. moda na astrolabium bardzo szybko rozprzestrzeniła się w Europie. Przyrząd szturmem zdobywał uniwersytety, stając się powszechnie uznany narzędziem służącym zarówno prowadzeniu badań, jak i edukacji studentów. Zaczął być tak-



Rys. 2. Elementy astrolabium po rozłożeniu

że uważany za symboliczny atrybut uczonych, którzy na większości rysunków i grafik zaczęli pojawiać się właśnie z astrolabium w ręce. Rozprawy na temat sposobów wykorzystania przyrządu coraz częściej pojawiały się w uniwersyteckich bibliotekach. Co ciekawe, w niektórych z nich można było wypożyczyć także sam przyrząd. Z czasem astrolabium trafiło na dwory królewskie, dając władców okazję do zademonstrowania zainteresowań naukowych, erudycji oraz dobrego gustu. Karol V Mądry (1337–1380), król Francji, tak pokochał przyrząd, że uważało za stosowne posiadanie ok. 12 egzemplarzy, wliczając w to jeden złoty i dwa srebrne. Także brytyjska królowa Elżbieta I, skłonna przypuszczalnie namową swojego astrologa Johna Dee, posiadała dwa astrolabia. Ekspedycja Vasco da Gamy została wyposażona w przyrząd dostarczony przez Abrahama Zacuto — profesora uniwersytetów w Salamance i Saragossie. Zacutto przeszkołał także załogę w zakresie jego obsługi oraz przy pomocy astrolabium, ulubionego już przyrządu astrologów, został zmuszony do przepowiedzenia rezultatu ekspedycji.

Wraz z rosnącą popularnością, astrolabium zaczęło pojawiać się coraz częściej na obrazach, drzeworytach, ilustra-



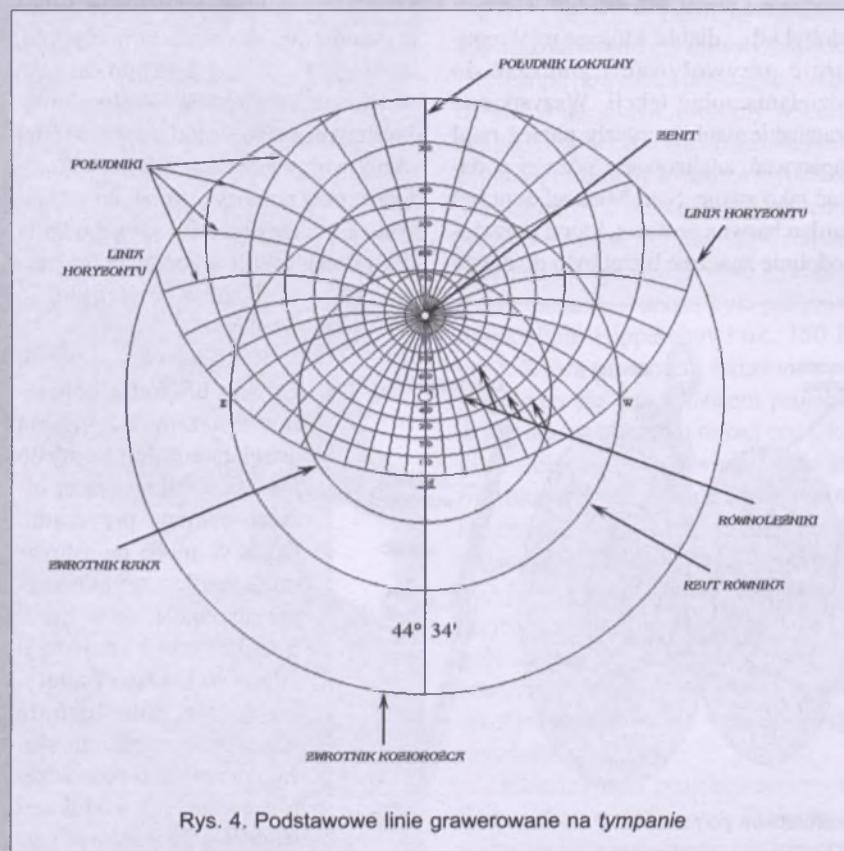
Rys. 3. Przykład mater

cjach i rzeźbach. Tam mogli zobaczyć je ludzie prości oraz ubodzy. I stała się rzecz niesamowita — fascynacja przyrządem zeszła w dół drabiny społecznej. Już nie tylko najbogatsi chcieli posiadać przyrząd, także warstwy bied-

niejsze zaczęły doceniać jego wartość. Trudno oczywiście zakładać, że zawsze chodziło o jego wartość naukową. Wielu badaczy zdaje się nawet sugerować, że astrolabia tak naprawdę bardzo rzadko były używane do celów, dla jakich zostały stworzone. Prawda, jak to zwykle z nią bywa, leży gdzieś pośrodku.

Odpowiadają na olbrzymie zapotrzebowanie społeczne stała się duża liczba opracowań na temat, w jaki sposób wykonać samodzielnie przyrząd oraz, co oczywiste, prawdziwy rozkwit w XV i XVI w. zakładów rzemieślniczych wytwarzających m.in. astrolabia. Do najbardziej znanych europejskich wytwarzających należeli Jean Fusoris z Paryża, Gemma Frisius i Gualterus Arsenius z Louvain czy też Georg Hartmann z Norymbergii.

Dzięki powszechności i dużej liczby opracowań na temat sposobów wykonania przyrządu wiele osób budowało sobie astrolabium samodzielnie. Niestety bardzo często nie były to przyrządy dokładne. Dlatego stało się coś bardzo ciekawego i wartego zauważenia. Największe i najbardziej znane zakłady rzemieślnicze, wytwarzające do tej pory ekskluzywne przyrządy dla najbogatszych, zaczęły wytwarzać uproszczone, papierowe zestawy do samodzielnego złożenia. To chyba doskonały dowód po-



Rys. 4. Podstawowe linie graverowane na tympanie

twierdzący popularność przyrządu w tamtych czasach.

Czym jest astrolabium?

Trudno w kilku słowach oddać to, czym tak naprawdę jest astrolabium. Olbrzymia liczba zastosowań, a także znaczeń i emocji związanych z przyrządem znakomicie utrudniają to zadanie. Astrolabium to na pewno starożytny komputer, przy pomocy którego z powodzeniem można rozwiązać większość problemów związanych z określaniem czasu, a także pozycję Słońca i gwiazd na niebie. To także miniatura nieba, którą możesz trzymać w swoim ręku. Przyrząd pokazuje wygląd nieba w dowolnym dniu i czasie, pozwalając odszukać pozycje zaznaczonych na *rete* obiektów. Astrolabium to również przyrząd pomiarowy (wysokość obiektów, pomiary kartograficzne) oraz... źródło wiedzy, także tej o przeszłości. Pamiętajmy bowiem, że astrologia odkryła przyrząd jako wielce przydatny m.in. do przewidywania przyszłości oraz stawiania horoskopów. Astrolabium znakomicie prezentuje się także jako stylowa ozdoba, a co za tym idzie, może pełnić rolę pięknego prezentu. Już tylko jako ciekawostkę dodam, że przyrząd wykorzystywano także m.in. do określania rozmiarów nieprzyjacielskich armii oraz do... przy-

woływania złych duchów. O funkcjonalności przyrządu najlepiej przekonać się samemu i wtedy samodzielnie nazwać te wszystkie obszary, w których znaleźliśmy dla niego zastosowanie. Gwarantuję, że będzie ich niemało.

Budowa astrolabium

Astrolabium, wykonywane najczęściej z mosiądu, składa się z grupy elementów nieruchomych oraz ruchomych, którymi można obracać względem osi wyznaczonej przez bolec łączący wszystkie części przyrządu. Jest to z reguły przyrząd rozkładany, co służy przede wszystkim możliwości podmiany tych elementów, których wygląd zmienia się wraz ze zmianą położenia (szerokości geograficznej) użytkownika. Dzięki temu staje się narzędziem uniwersalnym. Biorąc pod uwagę ogromny obszar, na którym wytwarzano i używano przyrządu, wielką liczbę zastosowań, a także wprowadzane tu i ówczesie usprawnienia nie należy się dziwić, że astrolabium może występować w różnych wariantach, różniących się kształtem, rozmiarem, zdobieniami etc. Niezależnie jednak od zdolności i fantazji wykonawcy w każdym przyrządzie możemy wyróżnić grupę tych samych, łatwo rozpoznawalnych, elementów. Wszystkie one w centralnej

Projekcja stereograficzna

— specyficzny rodzaj projekcji, w naszym przypadku obrazu sfery niebieskiej, na płaszczyznę. Doskonale nadaje się do wykorzystania w astronomii z dwóch zasadniczych powodów:

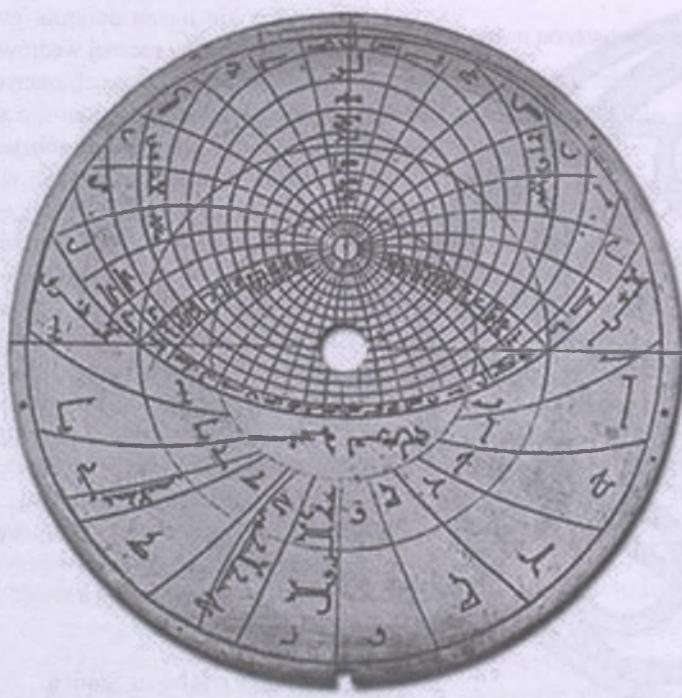
1. Wszystkie koła sfery niebieskiej po przeniesieniu na płaszczyznę pozostają kołami.
2. Wszystkie kąty pozostają zachowane.

części posiadają otwór, przez który przechodzi bolec łączący całość. Na swoim końcu bolec ten bardzo często posiada otworek, w który po złożeniu przyrządu wsuwa się swego rodzaju klin, bardzo często w kształcie głowy konia (stąd nazwa tego elementu), który zapobiega rozłożeniu się przyrządu.

Mater — podstawowa część przyrządu, stanowi swego rodzaju bazę, na której mocowane są inne elementy. Jest to płytka metalu, o grubości ok. 6 mm i średnicy najczęściej w granicach 15—20 cm, z zawiniętym do wewnętrz brzegiem zwanym *limbum*. Na brzegu tym mogą być nanoszone różne skale, z reguły jest to przynajmniej skala godzinna. W zagłębiu tworzonym przez *limbum* jest umieszczany właściwy dla danej szerokości geograficznej tympan (*tympanum*). Spodnia strona *mater* zwana jest *dorsum*. Na niej są grawerowane różne skale, w zależności od zastosowania przyrządu (o *dorsum* czytaj w dalszej części). Po stronie *dorsum* jest mocowana także alidada (*alidade*). W górnej części *mater* znajduje się uchwyt do trzymania przyrządu.

Tympanum (tympan) są to wymienne płytki z litego metalu, które układają się, często jedną na drugiej, aż wypełnią całe wgłębienie utworzone przez *limbum*. Na obu stronach każdej płytki są grawerowane, dla odpowiednich szerokości geograficznych, rzut stereograficzny horyzontu, zenitu, almukantara-tów etc.

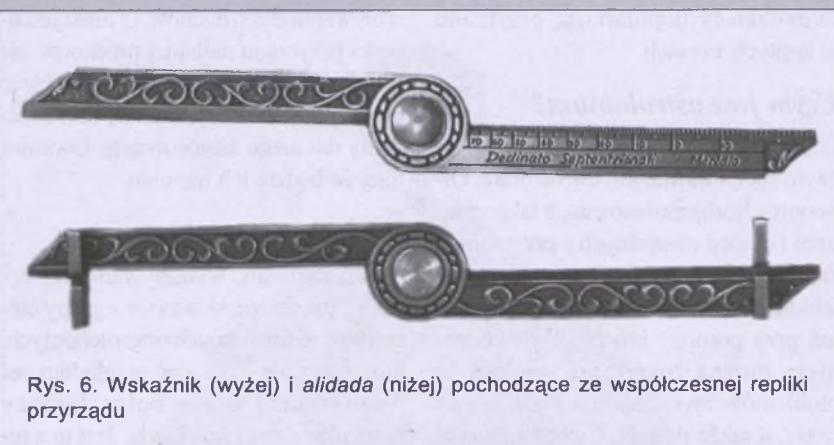
Na tympanie zaznacza się to, czego nie widać gołym okiem. Do pełnego obrazu potrzebujemy jeszcze tego, co najpiękniejsze — gwiazd i innych obiektów nocnego nieba. Takim obrazem dopełniającym całość jest *rete*.



Rys. 5. *Tympanum* pochodzące z astrolabium arabskiego

Rete (pajęczyna — mapa nieba) to ażurowa płytka przedstawiająca mapę nieba. W zależności od przeznaczenia przyrządu, a także zdolności wykonawcy, może być mniej lub bardziej dokładna oraz zdobiona. Oprócz podstawnowych gwiazd i gwiazdozbiorów na tej części przyrządu jest zaznaczona także ekiptyka (pozorna droga słońca na sferze niebieskiej) wraz ze znakami zodiaku. Podobnie jak *tympan*, *rete* nie jest niczym innym jak rzutem na płaszczyznę sfery niebieskiej. Wyobraźmy sobie lusterko, które leży w nocy na ziemi. W lusterku tym odbijają się gwiazdy i gwiazdozbiory. *Rete* jest takim właśnie lusterkiem, w którym można dostrzec najważniejsze gwiazdy nocnego nieba. Ze względu na to, że płytka *rete* musi w jak największym stopniu odsłaniać *tympan*, nie zawiera ona obrazu całego nieba. Nanoszone są na nią tylko najważniejsze gwiazdy i gwiazdozbiory.

Alidada (alidada) — znajdujące się w tylnej części przyrządu ruchome ramie służące przede wszystkim określaniu wysokości kątowej cał niebieskich. Na swoich końcach wyposażona najczęściej w specjalne celowniki otworkowe lub szczelinowe, które umożliwiają precyjne jej ustanie, a następnie odczytanie wysokości kątowej szukanego obiektu na krawędzi *dorsum*. Alidada



Rys. 6. Wskaźnik (wyżej) i alidada (niżej) pochodzące ze współczesnej repliki przyrządu

służy także jako wskaźnik ułatwiający odczytanie informacji zawartych na pozostałych skalach *dorsum*.

Dorsum — spodnia część *mater*. W zależności od zastosowań przyrządu mogą być na nią nanoszone bardzo różne informacje. Na pewno znajdziemy tam podziałkę kątową, prawie na pewno skalę z kalendarzem i znakami zodiaku. Bardzo często jest grawerowany też tzw. „kwadrat cienia”, służący rozwiązywaniu prostych problemów trygonometrycznych.

Kilka przykładów użycia

Jak już wspomniałem, liczba zastosowań przyrządu jest ogromna i trudno wymienić wszystkie problemy (astrono-

miczne, astrologiczne czy też inne pomiarowe), jakie można rozwiązać przy jego pomocy. Cały sekret wykorzystania astrolabium polega na dokładnym zrozumieniu, że przyrząd jest dokładnym obrazem sfery niebieskiej oraz umiejętności wizualizacji roli poszczególnych części astrolabium. W momencie, w którym, patrząc na przyrząd, zobaczymy sferę niebieską, będziemy gotowi do tego, aby samodzielnie wymyślać nowe problemy i rozwiązywać je.

Poniżej, na dobry początek, kilka przykładowych zastosowań przyrządu w zakresie astronomii.

Określenie pozycji Słońca na ekiptyce

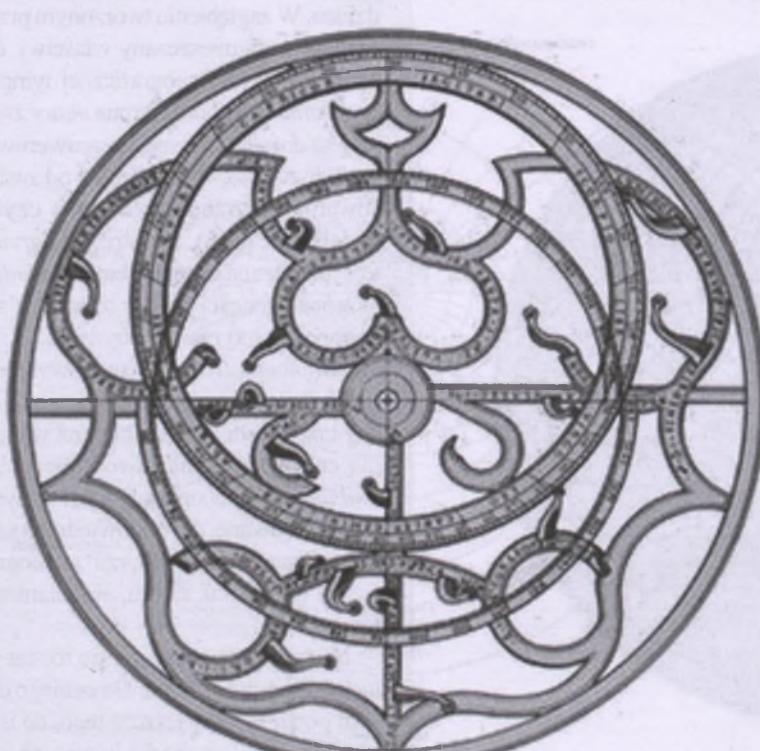
Ekiptyka to droga Słońca na sferze niebieskiej. Jest to pas nieba, po którym porusza się nasza dzienna gwiazda w trakcie swojej rocznej wędrówki. Podzielony jest na 12 części, znanych jako znaki zodiaku. Przy pomocy astrolabium, w bardzo prosty sposób, jesteśmy w stanie dokładnie określić, w jakim znaku znajduje się Słońce danego dnia.

Problem: W jakim znaku zodiaku znajduje się Słońce w dniu 10 lipca?

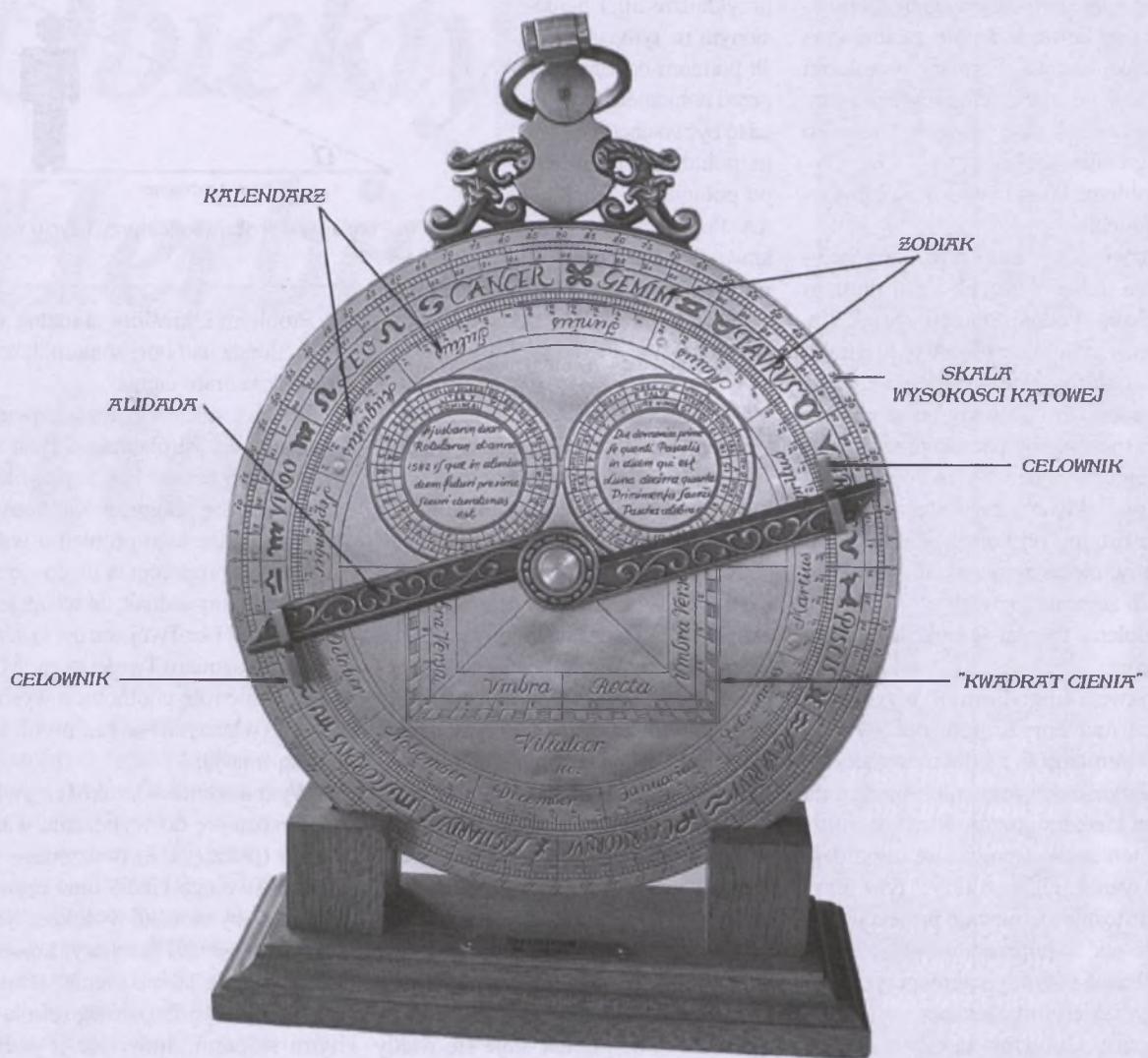
Rozwiązanie: W celu rozwiązania problemu wykorzystujemy tylną część przyrządu, czyli *dorsum*. Ustaw alidadę w taki sposób, aby jej wewnętrzna krawędź wskaazywała poszukiwaną datę (10 lipca) na skali kalendarza. Kiedy już to zrobimy, odczytamy po prostu szukaną informację z punktu przecięcia alidady ze skalą zodiaku. W naszym przykładzie widać, że w dniu 10 lipca słońce jest ok. 19° w znaku Raka.

Godzina wschodu Słońca

Równie proste jest określenie godziny wschodu naszej gwiazdy (a tak naprawdę dowolnego obiektu oznaczone-



Rys. 7. Przykład *rete*



Rys. 8. Elementy dorsum na pięknym przykładzie współczesnej repliki przyrządu

go na płytce *rete*) dla dowolnej daty.

Problem: O której godzinie wzejdzie Słońce w dniu 10 lipca?

Rozwiązań: Pierwszą rzeczą, jaką musisz zrobić, to określenie pozycji Słońca na ekiptyce. Z poprzedniego przykładu wiemy już, w jaki sposób uzyskać tę informację. Korzystając teraz z frontowej części przyrządu, obracając *rete*, ustawmy je w taki sposób, aby odpowiednie miejsce na ekiptyce (miejsce, w którym znajduje się Słońce danego dnia) znalazło się na wschodniej linii horyzontu, zaznaczonego na używanym aktualnie tympanie. Wystarczy teraz, że przesuniemy znajdujący się w przedniej części przyrządu wskaźnik tak, aby jego krawędź przechodziła przez punkt przecięcia ekiptyki z horyzontem i na przecięciu krawędzi wskaźnika ze skalą godzinną możemy już odczytać godzinę. Dokładnie w ten sam

sposób przebiega określenie godziny zachodu Słońca. Tyle tylko, że odpowiednie miejsce na ekiptyce powinno przeciąć horyzont po zachodniej stronie. Przy okazji możemy łatwo sprawdzić, w jakim punkcie horyzontu wzejdzie i zajdzie nasza dzienna gwiazda.

Uwaga: W ten sam sposób określmy miejsca, a także godziny wschodu i zachodu gwiazd, które zostały oznaczone na *rete*. Oczywiście na linii horyzontu powinna się w takim przypadku znaleźć nie ekiptyka, ale po prostu poszukiwana gwiazda.

Wysokość Słońca w południe

Jeśli przyjdzie nam do głowy sprawdzić, na jakiej wysokości znajdzie się Słońce w momencie swojego górowania (południe), to oczywiście, w bardzo prosty sposób zrobimy to właśnie przy pomocy astrolabium.

Problem: Określenie wysokości Słońca w momencie jego górowania w danym dniu.

Rozwiązań: Punktem wyjścia, jak w poprzednich przykładach, jest określenie, w którym miejscu na ekiptyce znajduje się aktualnie nasza gwiazda. Posługując się następnie frontową stroną przyrządu ustawiamy odpowiedni punkt na ekiptyce w taki sposób, aby znalazł się on na linii południka lokalnego. Kiedy już to zrobimy, wystarczy odczytać wysokość, posługując się w tym celu siatką równoleżników naniesioną na tympan.

Określenie wysokości kątowej obiektów na niebie

Jest to jedno z zadań obserwacyjnych i pomiarowych, do których najczęściej wykorzystuje się astrolabium. Elemenem wykorzystywanym przy tego rodzaj

ju zadaniach jest alidada (wyposażona bardzo często w odpowiednie „celowniki”) oraz krawędź *dorsum* z naniesioną podziałką kątową. Pomiary wysokości obiektów na niebie umożliwiają m.in. określenie aktualnej godziny (zarówno w ciągu dnia, jak i nocy).

Problem: Pomiar wysokości gwiazdy na niebie.

Rozwiążanie: Przytrzymajmy przyrząd za uchwyt tak, aby astrolabium zwisało swobodnie. Obróćmy je tak, aby krawędź była skierowana w kierunku obiektu, którego wysokość kątową chcemy zmierzyć. Ustawmy teraz alidadę w taki sposób, aby patrząc przez szczelinę celownika, na jednym końcu zobaczyć poszukiwaną gwiazdę w szczelinie na drugim jej końcu. Kiedy już to zrobimy, możemy odczytać wysokość obiektu ze skali kątowej.

Problem: Pomiar wysokości Słońca na niebie.

Rozwiążanie: Pomiar wysokości Słońca nad horyzontem odbywa się w taki sam sposób, z jednym wyjątkiem. W żadnym razie nie wolno patrzeć na Słońce nieuzbrojonym okiem — można w ten sposób poważnie uszkodzić sobie wzrok. Dlatego też w tym przypadku stosuje się metodę projekcji. Podobnie jak w poprzednim przykładzie także i teraz przytrzymajmy przyrząd za uchwyt i skierujmy krawędzią w kierunku Słońca. Ustawmy następnie alidadę w taki sposób, aby cień rzucany przez bliższy Słońcu celownik padał na przeciwnego celownika oraz aby plamka świata przedostająca się przez otwór w pierwszym celowniku padała na otwór w celowniku znajdującym się bliżej ciebie. W momencie odpowiedniego ustawnienia alidady możemy odczytać wysokość, korzystając, tak jak poprzednio, ze skali kątowej na *dorsum*.

Określanie godziny w ciągu dnia

Znający wysokość Słońca w prosty sposób możemy określić aktualną godzinę.

Problem: Określmy godzinę w dniu 10 lipca, wiedząc z wcześniejszego pomiaru, że Słońce znajduje się 30° nad horyzontem.

Rozwiążanie: Na początku, tak jak zwykle, znajdźmy miejsce na eklipytyce, w którym znajduje się Słońce. Kiedy już to określmy, ustawmy *rete* w taki sposób, aby odpowiednie miejsce na eklipytyce znalazło się na odpowiednim rów-

noleżniku (w naszym przykładzie 30°) naniesionym na tympanie. Jeśli pomiaru dokonujemy przed południem, powinna to być wschodnia strona południka, jeżeli jest po południu — zachodnia. Poprowadźmy teraz krawędź wskaźnika przez właściwy punkt na eklipytyce i na odpowiedniej skali odczytajmy godzinę.

Określanie godziny nocą

Problem: Określmy godzinę w dniu 10 lipca, wiedząc z wcześniejszego pomiaru, że gwiazda Vega znajduje się 20° nad horyzontem.

Rozwiążanie: Przede wszystkim będziemy musieli znać pozycję Słońca na eklipytyce. Następnie ustawmy *rete* w taki sposób, aby Vega znalazła się nad odpowiednim równoleżnikiem naniesionym na tympanie (20°). Przytrzymując teraz *rete* w tej pozycji, ustawmy wskaźnik w taki sposób, aby przechodził przez miejsce na eklipytyce odpowiadające pozycji Słońca w szukanym dniu. Z przecięcia wskaźnika z odpowiednią skalą godzinną odczytamy godzinę.

Uwaga: Wysokość gwiazd, podobnie jak wysokość Słońca, zmienia się bardzo powoli w pobliżu południka lokalnego. Sprawia to, że pomiar staje się wtedy mniej dokładny. Dlatego do określania czasu najlepiej użyć gwiazdy znajdującej się w pewnej odległości od południka.

Uwaga: Czas określany w opisany sposób to lokalny czas słoneczny. Aby otrzymać czas „zegarkowy” (czas strefowy), niezbędna jest odpowiednia korekta. Zadowalającą dokładność (ok. 30 min) można otrzymać, pamiętając tylko o uwzględnieniu urzędowej zmiany czasu. W przypadku Polski należy do wskazań przyrządu w okresie obowiązywania czasu letniego dodać 1 godz. Chcąc zwiększyć dokładność, należy uwzględnić poprawkę wynikającą z równania czasu oraz długości geograficznej miejsca obserwacji.

Wykorzystanie „kwadratu cienia”

Na koniec przykład zastosowania tajemniczego „kwadratu cienia”. Wysokość Słońca możemy określić także wykorzystując właśnie tę, znajdująca się na *dorsum*, część przyrządu.



Rys. 9. Pomiar wysokości Słońca przy użyciu własnego cienia

Problem: Określmy aktualną wysokość Słońca nad horyzontem, korzystając z „kwadratu cienia”.

Rozwiążanie: W czasach największej popularności astrolabium wzrost większości osób równy był w przybliżeniu sześciokrotnej długości ich stopy (pobieżna analiza tego problemu wskazuje, że teraz proporcja ta nieco się zmieniła). Założymy jednak, że wciąż jest tak jak dawniej i że Twój wzrost to sześciokrotność rozmiaru Twojej stopy. Możesz więc pełnić rolę gnomonu o wysokości 6 stóp (własnych — nie mylić z jednostką miary).

Wyznaczenie wysokości gwiazdy sprowadza się do wyliczenia wartości kąta α (patrz rys. 8) tworzonego przez koniec Twojego cienia oraz promienie Słońca. Aby określić wysokość Słońca, wystarczy stanąć i zaznaczyć koniec rzuconego przez siebie cienia. Następnie trzeba zmierzyć długość tego cienia własnymi stopami, stawiając je jedna za drugą. Założymy teraz, że cień rzucany przez Ciebie ma długość 5 stóp. Dana jest więc długość cienia i wzrost osoby, która rzuca cień. Poszukiwany kąt można wyliczyć z prostych funkcji trygonometrycznych. Można także posłużyć się astrolabiem. Z „kwadratu cienia”, który bardzo często podzielony jest na dwie części, nas interesuje ta oznaczona wielokrotnością liczbą 6. Ustawmy alidadę w taki sposób, aby jej krawędź wskazywała 5 (czyli długość cienia mierzoną wielokrotnością rozmiaru stopy) na kwadracie cienia. Przedłużenie alidady wskazuje Ci, na odpowiedniej skali krawędzi *dorsum*, wysokość Słońca.

Marcin Egert jest współautorem witryny internetowej poświęconej zegarom słonecznym i dawnym przyrządom astronomicznym www.egert.pl. Tekst ten jest fragmentem większej całości poświęconej dawnym przyrządów astronomicznym, którą autor planuje wydać własnym sumptem

Obiekty Herbiga- -Haro

Tomasz Kamiński

Charakterystyka wstępna

Obiekty Herbiga-Haro (dalej HH) są szczególnym typem mgławic. Po raz pierwszy zostały dostrzeżone w bezpośrednim sąsiedztwie Mgławicy Oriona we wczesnych latach 50. przez George'a Herbiga i Guillermo Haro. Choć początkowo były uznawane za rzadką klasę obiektów, to dziś, dzięki nowoczesnym technikom obserwacyjnym, są powszechnie odnajdywane w obszarach, gdzie rodzą się gwiazdy i niemal regułą jest, że obserwowane są nie pojedynczo, ale w grupach. Ostatni katalog (2002 r.) zawiera około 500 indywidualnych obiektów.

We wstępny opisie należy podkreślić, że jako obiekty HH są klasyfikowane małe mgławice ($20''$ — $30''$), które posiadają w swych widmach charakterystyczne linie emisyjne metali (linie wzbronione). Analiza ruchów materii tworzącej mgławice wskazuje na ogromne prędkości obiektów względem otaczającego je ośrodka (kilkaset km/s). Jeśli ruch ten prześledzimy wstecz, to najczęściej napotkamy gwiazdę typu T Tauri lub podczerwone źródło, przesłonięte grubym kokonem materii i niewidoczne w dziedzinie optycznej widma; dotrzemy więc do nowo narodzonej lub wręcz rodzącej się gwiazdy. Obiekty HH mają swe źródło w protogwiazdach.

Typowe dla tejże klasy mgławic jest to, iż przyjmują nieokreślony, chaotyczny kształt. Stosowanie coraz bardziej

wyrafinowanych technik obserwacyjnych pozwoliło w ostatnich latach uzyskać dokładne obrazy obiektów HH, ukazujących je rzeczywiście jako struktury o złożonej morfologii, ale przyjmujących niekiedy, choć rzadko, postać silnie skolimowanych, bipolarnych dżetów.

Już dużo wcześniej, bo pod koniec lat 70., określono, że obserwowane w widmach obiektów Herbiga-Haro linie emisyjne pochodzą od wzbudzonej przez zjawisko szoku materii, która została wyrzucona z ponadźwiękową szybkością i oddziaływała z okoliczną materią międzygwiazdową. Związek mgławic z protogwiazdami, przyjmowana przez niektóre z nich postać dżetów oraz rozpoznanie natury ich emisji stały się źródłem hipotezy, według której obiekty HH są objawem silnej aktywności wyrzutowej z nowo narodzonych gwiazd i mogą stanowić dowód istnienia potężnych zjawisk utraty masy przez gwiazdy przed ich wejściem na ciąg główny. Gwiazdy obwieszczały swe narodziny niezwykle efektownymi fajerwerkami!

Jak wyglądają?

Patrząc na zdjęcia obiektów HH, także i w niniejszym opracowaniu licznie reprodukowane, trudno im odmówić wyjątkowych walorów estetycznych. Obiekty HH są piękne i już ten fakt może stać się impulsem do głębszego zainteresowania się efektowną klasą mgławic. Dla astrofizyka tych powodów jest wię-

Każdy, kto choć raz widział zdjęcie mgławicy planetarnej lub pozostałości po supernowej, przynajmniej gwiazdy umierają sposobem niezwykle spektakularnym. Koniec ścieżki ewolucyjnej gwiazdy nie jest jednak jedynym etapem, w czasie którego staje się ona źródłem efektownego zjawiska. Również samym narodzinom gwiazd towarzyszy powstawanie godnych podziwu struktur. Obiekty Herbiga-Haro, jako bezpośrednio związane z najwcześniejszymi stadiami ewolucji gwiazd, są tego doskonałym przykładem. Bez wątpienia zasługują na miano „spektakularnych”

cej... Co w istocie widzimy, patrząc na obiekty HH?

Jak już zostało wspomniane, większość obiektów HH przyjmuje raczej chaotyczny kształt. Bardzo często odnajduje się je parami (np. HH1 i HH2 — rys. 1) lub nawet jako całe łańcuchy mniejszych struktur szokowych (np. HH111, rys. 2). Mimo że mechanizm powstawania wszystkich klasifikowanych jako Herbiga-Haro obiektów jest podobny, to indywidualny charakter ośrodka, w którym propagują, nielinowość zjawiska szoku, różnica stadiów ewolucyjnych i różna ekstynkcja sprawiają, że te struktury charakteryzują się bogactwem przyjmowanych form. Podkreślmy, że chociaż najczęściej reprodukowane obrazy obiektów HH prezentują silnie skolimowany dżet (parę dżetów) zakończony łukokształtną mgławicą, to tak wspaniale ukształtowane struktury są raczej rzadkością.

Opisywane mgławice mają niewielkie rozmiary kątowe i faktycznie tylko nieliczne współczesne instrumenty pozwalały na dość szczegółową analizę ich morfologii. Wśród instrumentów tych przoduje HST, niezależny od niepozadanych efektów ziemskiej atmosfery. Przy użyciu wielkopolowej kamery WFPC2 (*Wide Field Planetary Camera~2*), zainstalowanej na pokładzie teleskopu-satelity, stworzono bardzo szczegółowe obrazy 10 obiektów HH (kilka z tych zdjęć jest załączonych do niniejszego tekstu). Rola HST w badaniu tych obiektów nie ogranicza się jednak do jednorazowego stworzenia obrazów mgławic; HST dokonuje obserwacji tych samych obiektów regularnie co kilka miesięcy. Owocem takiego 3-letniego monitoringu są filmy¹, ukazujące ewolucję obiektów w czasie.

Wśród tych obiektów, ku którym kierowany jest regularnie HST, znajduje się obiekt HH34, będący sztandarowym przykładem pięknie uformowanego łuku szokowego i silnie skolimowanego dżetu (rys. 3). Patrząc na zdjęcie 3, możemy podziwiać obie te struktury. Emisja pochodzi bowiem właśnie z dżetu — tworzonego w istocie przez łańcuch węzłowych struktur — oraz rozległego, przypominającego kształtem bumerang,

obszaru. Zarówno te małe *węzelki*, jak i ta najbardziej rozległa struktura powstają jako efekt zderzenia dwóch porcji gazu o różnych prędkościach. Mgławica widoczna na rysunku jako zielona (emisja w linii $H\alpha$) powstaje w miejscu zderzenia się ponaddźwiękowego wypływu bezpośrednio z niezaburzonym ośrodkiem, podczas gdy te widoczne na zdjęciu jako czerwone (emisja w linii [SII]), mniejsze twory powstają prawdopodobnie jako efekt zderzenia się porcji materii wyrzuconej z protogwiazdy z inną porcją gazu, wyrzuconą wcześniej i z mniejszą prędkością; szybszy wyrzut dogania ten wolniejszy i w efekcie dochodzi do kolizji dwóch ilości gazu, których różnica prędkości jest jednak istotnie mniejsza niż odpowiednia różnica przy zderzeniu wypływu z niezaburzonym ośrodkiem międzygwiazdowym. Konsekwencją jest fakt, że stopień wzbudzenia materii w tych mniejszych strukturach jest niższy niż w głównej strukturze szokowej. Taki model zjawiska ma odbicie w obserwacjach spektroskopowych.

Z takiego modelu płyną też wnioski na temat aktywności wyrzutowej protogwiazdy: nie jest to zjawisko ciągłego wypływu materii; ma ono raczej charakter epizodyczny (charakter wybuchów?), a owe epizody wyrzutowe może cechować różna energia (prędkość).

W głównym szku, tj. w obszarze zderzenia strugi wypływu z materią obłoku molekularnego, możemy wydzielić dwie struktury: odpowiadającą emisji w linii $H\alpha$ (kolor zielony) i zajmującą na zdjęciu mniejszy jego wycinek — odpowiadającą emisji w linii [SII]. Pierwsza z tych struktur odpowiada cienkiej warstwie stanowiącej front szoku, druga obszarom tuż za frontem i nazywana jest strefą chłodzenia (*cooling zone*). Dlaczego widzimy te struktury?

Jeśli materia macierzystego obłoku jest neutralna, to wchodząc w obszar szku atomy wodoru, zanim jeszcze zostaną całkowicie zjonizowane, ulegają kolizyjnemu wzbudzeniu, stając się silnym źródłem emisji w liniach serii Balmera, w tym, w szczególności, linii $H\alpha$, w której możemy podziwiać front szku na rys. 3. W przypadku obiektu HH34 możemy podziwiać rozległą strukturę, mającą w przybliżeniu kształt paraboliczny. Wyraźnie widoczne są „włókną” silniejszej emisji, które — jeśli pamiętać, że patrzymy na

twór trójwymiarowy — są świadectwem tego, iż widoczna na zdjęciu struktura jest w istocie czymś przypominającym cienką, pofałdowaną „skórę”, układającą się w kształt paraboloidy. Emisja we froncie szku tworzy więc rodzaj płaszcza okrywającego strefę chłodzenia. Sama przestrzeń, skąd pochodzi promieniowanie w linii $H\alpha$, jest więc w rzeczywistości niewielka, a efekt projekcji sprawia, że na zdjęciu zajmuje ona obszar dużo większy niż *de facto* bardziej rozległa strefa chłodzenia.

Największa część z całości docierającej do nas w dziedzinie optycznej promieniowania pochodzi ze strefy chłodzenia. W jej obszarze dochodzi do chłodzenia materii wcześniej podgrzanej i wzbudzonej we froncie szku. Chłodzenie to odbywa się głównie poprzez emisję w liniach wzbronionych metali i liniach rekombinacyjnych wodoru. W przypadku obrazu obiektu HH34 obszar ten jest częściowo przesłonięty emisją pochodzączą z frontu szku, mimo to widać, że region emisji w linii [SII] (kolor czerwony) biegnie równolegle do struktury widzianej w linii Balmera, wzdłuż wewnętrznej jej części.

Dżety

Interesująca jest struktura dżetów. Ich odkrycie było istotną wskazówką do określenia prawdziwej natury obiektów HH jako optycznych manifestacji aktywności wyrzutowej z rodzących się gwiazd, stając się tym samym najistotniejszym bodaj aspektem ich współczesnych badań. Jak już to zostało zaznaczone, ciało dżetu tworzą małe struktury szokowe — węzły, które układają się w linearne lub łagodnie meandrujące łańcuchy. Stopień kolimacji dżetów jest duży; stosunek długości do szerokości jest jak 10:1 lub nawet więcej. HST pozwolił dokładnie przyjrzeć się jedynie kilku skolimowanym dżetom, z których trzy prezentowane są na reprodukowanych tu zdjęciach: HH1, HH111, HH34 (rys. 1—3)*. W ogólności są one do siebie bardzo podobne, ale jedynie w przypadku HH34 dżet może być śledzony do samego źródła.

Inny rodzaj dżetu możemy obserwować np. u obiektu HH47 (rys. 4). Nie przejawia on już tak ewidentnej węzlowatej struktury i nie jest tak liniarny.

* Rys. 1—5 znajdują Czytelnicy na stronach kolorowych

¹ Do ich obejrzenia gorąco zachęcam, gdyż w sposób niezwykle jasny demaskują prawdziwą naturę obiektów HH. Są one dostępne w Internecie np. pod adresem <http://sparky.rice.edu/~hartigan/movies.html>.

Można doszukać się w jego poskręcanym kształcie trendu, będącego odbiciem historii zmian orientacji osi wypływu, co zaznaczono na rys. 5. Znane są także inne działy charakteryzujące się takim nieliniarnym kształtem. Zjawisko to próbuje się wyjaśniać postulatem podwójności czy też wielokrotności protogwiezdnego źródła. Ta hipoteza zostanie przedstawiona w dalszej części tekstu.

Kinematyka

Ważnym aspektem badań nad naturą obiektów HH jest poznanie kinematyki tworzących je struktur. Odbywa się to poprzez obserwacyjne określenie prędkości radialnych i ruchów własnych (a stąd prędkości tangencjalnych). Tak jak prędkość radialną możemy względnie łatwo określić na podstawie badań spektroskopowych, tak przy wyznaczaniu ruchów własnych (prędkości tangencjalnych) napotykamy na duże trudności. Obserwacje naziemne pozwalają tylko na mierzenie największych ruchów własnych i niezastąpionym instrumentem okazuje się znowu HST². Wynikiem trzyletniej pracy HST na tym polu są filmy (patrz przyp. 1) pokazujące bezpośrednio ruch, ewolucję struktur szokowych oraz dżetów. Należy zdać sobie sprawę z wyjątkowej wartości naukowej tych danych.

Formowanie dżetów jest zjawiskiem obecnym w astrofizyce wielu, bardzo różniących się swą naturą obiektów; obserwujemy je u mgławic planetarnych, w małomasywnych i masywnych układach rentgenowskich, także w AGN-ach (itd.). W efekcie postrzegamy dziś proces wyrzutu dżetu jako zjawisko uniwersalne, towarzyszące ewolucji różnej klasy obiektów. Oczywiście struktury te różnią się, już choćby rozmiarami, ale należy się spodziewać, że podstawowe procesy fizyczne, powodujące powstawanie dżetów są wspólne dla wszystkich obiektów tych klas. Kwestia poznania procesów odpowiedzialnych za formację silnie skolimowanego wypływu w obiektyach HH miałaby więc konsekwencje dalece wybiegające poza astrofizykę młodych obiektów gwiazdowych. Biorąc pod uwagę, że zauważalny rozwój dżetów obiektów HH następuje w bardzo małych skalach czasowych (dla innych obiektów jest on nieporównanie

większy lub śledzenie go jest niemożliwe przy użyciu współcześnie dostępnych technik obserwacyjnych) i rozwój ten możemy bezpośrednio śledzić dzięki pracy HST, to postęp badań nad obiektami HH nabiera szczególnego znaczenia. Czasem obiekty HH obrazowo nazywa się *kamieniami z Rosetty*, by podkreślić ich znaczenie w „rozszyfrowywaniu” procesów rządzących formacją dżetów.

Dokładne poznanie ruchów własnych ma pewne praktyczne konsekwencje. Wiedza taka pozwala bowiem na precyzyjne określenie kierunku ruchu materii i stwarza w ten sposób możliwość poszukiwania matki-protogwiazdy wypływu. Znając z kolei położenie źródła, możemy bezpośrednio oszacować wiek dynamiczny indywidualnych obiektów, a stąd płyną pewne wnioski na temat długości trwania fazy aktywności wyrzutowej protogwiazdy. Znając dodatkowo masę obiektu, możemy ocenić tempo utraty masy przez jego źródło (tabela).

Wartości prędkości tangencjalnych i radialnych wynoszą najczęściej kilka set km/s. Dysponując jednocześnie danymi na temat prędkości radialnej jak i tangencjalnej, możemy określić orientację wektora prędkości w przestrzeni — a tym samym także orientację osi wypływu materii; to z kolei pozwala obliczyć wielkość obiektu, nie obarczoną efektem projekcji.

Giganty, historia utraty masy i ewolucja obłoków molekularnych

Do połowy lat 90. rozmiary obiektów HH określano najwyżej na ułamek parseków. Tę sytuację zmieniło odkrycie, że wiele z obiektów, uznawanych za indywidualne, ma w rzeczywistości to samo źródło i jest optycznym przejawem tego samego wypływu. Liczne spośród bipolarnych struktur, które uważało wcześniej za jeden kompleks, okazywało się posiadać na przedłużeniu swej osi dodatkowe, odleglejsze i zazwyczaj bardziej rozległe struktury. W ten sposób rozmiary niektórych obiektów wzrosły do kilkunastu parseków! Kompleksy takie nazywa się „ogromnymi wypływami HH” (*Giant HH Flows*). O tym, jak są one w istocie gigantyczne, niech świadczy fakt, że obserwuje się wypływy opuszczające swój macierzysty obłok molekularny.

Duże rozmiary i zaawansowany wiek dynamiczny wypływów z młodych gwiazd ma ważne konsekwencje. Mor-

fologia i kinematyka wypływów wielkości parseków może posłużyć bowiem do odtworzenia historii protogwiezdnej utraty masy. Choć zapis tej aktywności nie jest łatwy do odczytania, próby takie są podejmowane. Ogromne wypływy HH przejawiają kilka wspólnych cech:

— odległości między kolejnymi strukturami szokowymi są tym większe, im bardziej oddalamy się od źródła; największe przerwy występują między najbardziej zewnętrznymi strukturami (można to już dostrzec w tych „małoskalowych wypływach”, jak np. HH34). Wygląda to tak, jakby epizody wyrzutowe były coraz częstsze;

— najodleglejsze struktury szokowe mają najbardziej chaotyczną strukturę. Należy się spodziewać, że te najbardziej zewnętrzne są jednocześnie najstarszymi formacjami. Znajomość ich odległości od źródła i analiza ich kinematyki pozwala ocenić długość trwania fazy aktywności wyrzutowej;

— prędkości w szokach danego obiektu są tym mniejsze, im dalej znajduje się on od źródła (może to być efekt wyhamowywania przez ośrodek);

— wiele wypływów ma S-kształtną symetrię, z gwiazdą w środku, co zauważa sugeruje „kolebanie się” źródła.

Odkrycie wielkoskalowej natury obiektów HH uświadamia także ich rolę w ewolucji samego obłoku molekularnego, w którym rodzi się ich macierzysta gwiazda. Zarówno te ogromne, jak i te mniejsze wypływy „wybijają” w ośrodku jamy, które dla zaawansowanych obiektów mogą mieć znaczące rozmiary. Oddziaływanie wyrzuconej materii z ośrodkiem najpewniej powoduje także powstanie w nim ruchów turbulentnych. W obłoku, gdzie zachodzi masowy proces formowania się gwiazd, aktywność związana z obiektami HH może więc istotnie przebudowywać jego strukturę i czynić jego ostateczny stan chaotycznym i turbulentnym. Wniosek ten wydaje się o tyle ciekawy, że w znanych nam obłokach molekularnych obserwuje się dużą liczbę takich przypadkowych ruchów. Przez długi czas trudno było wyjaśnić ich obecność. Częściowym rozwiązaniem tego problemu wydaje się być protogwiezdna aktywność wyrzutowa.

Energia i pęd niesione przez szybki szok powodują także zmiany chemiczne w ośrodku. Wypływy mogą dysocjować molekuły i jonizować tak odzyskane atomy. Może dochodzić nawet do odparo-

² Jak widać, wkład HST do badań natury obiektów HH jest nie do przecenienia. Fakt ten nabiera szczególnie dużego znaczenia w obliczu niepewnej przyszłości teleskopu.

wywania ziaren pyłu. W ten sposób następuje swoiste *odświeżenie* chemiczne obłoku molekularnego. Znane są takie obszary formowania się gwiazd, gdzie dziesiątki wypływów jednocześnie ubijają macierzysty obłok tak, że średni czas pomiędzy przejściami dysocjującego szoku dla przypadkowej porcji gazu może być mały w porównaniu z ewolucyjną skalą czasową obłoku. Protogwiezdne wypływy produkujące mgławice HH mogą być głównym zjawiskiem odpowiedzialnym za powstrzymywanie chemicznego starzenia się obłoków molekularnych i utrzymywanie w nich obfitości molekuł na względnie stałym poziomie.

Widmo i parametry fizyczne

Widma obiektów HH mają charakter emisyjny, z dużą liczbą linii wzbronionych metali jak N, O, S, Fe itd. Specyfika tych widm polega na tym, że obserwujemy w nich jednocześnie linie wymagające różnych stopni wzbudzenia. Ma to wyjaśnienie w przytoczonym już wcześniej modelu, w którym przyjmuje się, że małe węzły powstają przy zderzeniu dwóch porcji materii wyrzuconej z różnymi prędkościami i które są w ten sposób źródłem emisji w liniach wymagających niskiego wzbudzenia; przejście z wysokowzbudzonych stanów pochodzi od materii szoku głównego, gdzie wyrzut zderza się z ośrodkiem. Analiza widm obiektów HH jest ciekawa, choćby ze względu na obecność w nich tzw. *nieskonsistentnego kontynuum*, jednak nie mieści się ona w ramach niniejszego, skromnego opracowania. Zasygnalizujmy jednak, że choć obiekty HH są definicyjnie scharakteryzowane jako struktury optyczne, to najprężej rozwijającą się dziś gałęzią ich badań są obserwacje w podczerwieni. Okazuje się bowiem, że najintensywniejsze chłodzenie materii w szoku następuje poprzez emisję w liniach molekuły H₂ i liniach wzbronionych [FeII], przypadających na podczerwony fragment widma. Odkryto dodatkowo, że z dużą liczbą obiektów HH stwarzoszne są płaty emisji w liniach molekuły CO. Te molekularne twory są świadectwem istnienia wypływów o słabej kolimacji, wewnętrznych których mogą powstawać obiekty HH. Odkrywane są takie molekularne płaty emisji bez obecności w nich obrębie mgławic HH — niewidocznych zapewne wskutek ekstynkcji.

Linie wzbronione, występujące w widmach mgławic, świetnie nadają się do

Tabela
Wartości typowych parametrów fizycznych wypływów HH z małomasywnych protogwiazd (o masach mniejszych niż 5 M_⊙)

Parametr	Wartości	Jednostki
Prędkość materii dżetu	100-300	km/s
Tempo utraty masy, M	10 ⁻⁹ -10 ⁻⁵	M _⊙ /rok
Masa	0,001-10	M _⊙
Wiek	10 ³ -10 ⁶	lat
Długość	0,1-10	pc
Energia	10 ⁴³ -10 ⁴⁷	erg
Gęstość elektronowa	10 ² -10 ³	cm ⁻³
Temperatura (wzbudzeniowa)	100-1000	K

określenia warunków fizycznych (temperatura i gęstość) tworzącego je gazu. Tę metodę stosuje się z powodzeniem poprzez określanie stosunków natężen wybranych linii, ale w przypadku obiektów HH sprawa jest bardziej złożona niż w większości obiektów. Dzieje się tak z co najmniej dwóch powodów: silnej ekstynkcji i nielinowej natury szoków.

Lokalizacja większości obiektów HH wewnętrz obłoków molekularnych sprawia, że są one częściowo lub całkowicie przesłonięte materią, będącą budulcem przyszłych gwiazd. Ekstynkcja jest nieodłącznym problemem badań tej klasy obiektów.

Problem stanowi też fakt, że obszar, skąd pochodzi emisja, jest daleki od równowagi, a chaotyczna natura szoków sprawia, że trudno określić stopień ionizacji materii. Wyjściem z tego problemu jest posiłkowanie się metodami modelarskimi, które stanowią ważne narzędzie w badaniach obiektów HH.

Wartość niektórych parametrów, które udało się ustalić, zebrane w tabeli.

Jak powstają wypływy HH?

Chęć poznania natury obiektów HH nakazuje zadać pytanie, jakie procesy odpowiadają za wyrzucanie materii w tak silnie skolimowanej formie (jak powstają dżety)? Idąc dalej, możemy zapytać, skąd wynika tak potężna aktywność wypływową młodych obiektów gwiazdowych i dlaczego przyjmuje ona obserwowaną postać? Pytania te, choć zasadnicze, nie doczekały się jeszcze jednoznacznej odpowiedzi. Dysponujemy jednak wieloma faktami obserwacyjnymi, a to pozwala na formułowanie hipotez.

Obszar wyrzutu dżetu

Teoria wczesnych stadiów ewolucji gwiazd, zanim osiągną one ciąg główny,

przewiduje formowanie się wokół nich dysków akrecyjnych. Dyski takie są faktycznie obserwowane w obszarach formowania się gwiazd; sfotografował je Kosmiczny Teleskop Hubble'a. Samych gwiazd na takich obrazach najczęściej nie widać, ale dyski są widoczne dzięki zewnętrznemu polu promieniowania lub, przy odpowiedniej geometrii, dzięki oddziałującemu się od ich powierzchni światu skrywanego w ich wnętrzu gwiazd. Struktury takie są odnajdywane bardzo często w miejscu, gdzie należy się spodziewać energetycznych źródeł obiektów HH. Obrazy tych regionów wyraźnie sugerują, że dżety są wyrzucane z układu protogwiazda — dysk w kierunku dokładnie (lub niemal dokładnie) prostopadły do płaszczyzny dysku (rys. 5, 7). Takie dyski muszą mieć więc związek z procesami formacji dżetów, z procesami produkującymi obiekty HH.

Na reprodukowanych zdjęciach widać też, że dostrzegalny koniec dżetu jest bardzo wąski — widzimy już w pełni ukształtowaną strukturę. Musi więc ona powstawać w obszarze przesłoniętym przez materię. Aby dowiedzieć się, gdzie dżet jest formowany i kolimowany, podjęto obserwacje najbliższego otoczenia źródła w dziedzinie fal radiowych techniką interferometrii. Pozwoliło to zajrzeć z dużą zdolnością rozdzielczą w obszar niedostępny obserwacjom optycznym. Obserwacje te wskazują, że wyrzut i kolimacja dżetu następują już w odległości mniejszej niż 50 AU od źródła, przy czym kolimacja może następować w odległościach znacznie większych, niż ma miejsce wyrzut materii.

Problem wyrzutu i kolimacji dżetu od początku stanowi dla badaczy twardy orzech do zgryzienia. Wydaje się pewne, że wypływy są zasilane grawitacyjną energią potencjalną, która jest uwalnia-

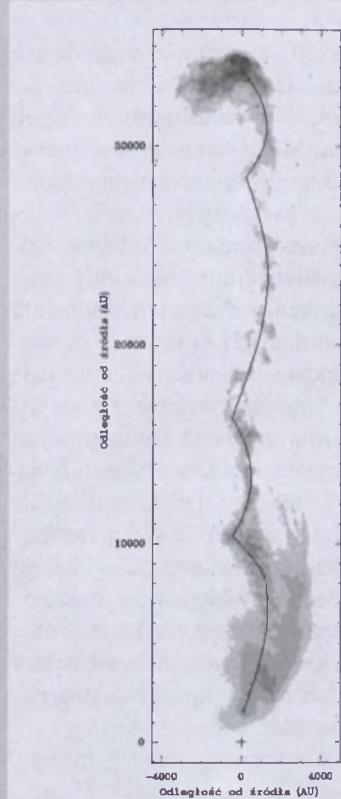
na przez akreowaną na formującą się gwiazdę materię. Mniej niż 10% tej energii użytkowanej jest na procesy utraty masy, reszta jest wynoszona przez promieniowanie.

Jak dochodzi do wyrzutu? Rozważa się kilka możliwych procesów, które mogą zachodzić jednocześnie:

- 1) wypływ może być zwyczajnym wiatrem gwiazdowym, pochodzącym bezpośrednio od protogwiazdy;
- 2) może on wiązać się z tzw. wiatrami X (*X-wind*), powstającymi w miejscu, gdzie pole magnetyczne gwiazdy oddziaływało z dyskiem akrecyjnym;
- 3) materia wypływu może pochodzić z wiatru od samego dysku;
- 4) dla gwiazd o dużej światłości istotne dla procesu wyrzutu mogą być ciśnienie termiczne i ciśnienie promieniowania.

W ramach tych modeli rozpatruje się także ich wersje dynamiczne i statyczne, gdzie odpowiednio przewiduje się istnienie krótkotrwałych, ale potężnych wybuchów i istnienie stałych wiatrów.

Większość modeli wyrzutu wiąże się z produkcją wypływów do dużych kątów bryłowych i chcąc nimi wyjaśnić obserwowaną strukturę obiektów HH,



Rys. 6. Mapa konturowa (emisja w linii [SII]), prezentująca główny trend zmian kierunku dżetu obiektu HH47. Źródło zaznaczono krzyżkiem. Mapa jest owocem pracy HST (źródło: Heathcote i in., 1996, AJ, 112, 1141)

należy uzupełnić je o modele procesów kolimacji. Choć nie zostaną one tu przytoczone, to należy zaznaczyć, że gros z nich zakłada decydującą rolę pól magnetycznych w tychże mechanizmach kolimacji. Modele te wydają się być obiecujące w świetle faktu, że obecność silnych pól stwierdzono u bardzo wielu młodych obiektów gwiazdowych.

Protogwiezdne źródła wypływów HH

Pewnych wskazówek, co do mechanizmów prowadzących do powstania wypływów HH, dostarczają badania ich protogwiezdnych źródeł. Zagadnienie to zostało już parokrotnie poruszone w nieniejszym opracowaniu, ale dodajmy do tego jeszcze parę faktów.

Choć większość wypływów HH zasilanych jest przez podczerwone źródła, niewidoczne w świetle widzialnym, jest znanych kilka obiektów, w obserwacji których nie przeszkaźnia tak silna eksplikacja i są one jasnymi optycznie gwiazdami. Wśród nich najlepiej znanymi przykładami są gwiazdy: T Tau, DG Tau, HL Tau, RW Aur i AS 353A. Wszystkie one są obiektem typu T Tauri i nie osiągnęły jeszcze stałej konfiguracji gwiazdowej (o czym świadczy między innymi obecność linii litu w ich widmach). Podklassę tego typu protogwiazd stanowią obiekty FU Orionis. Są to małomasywne gwiazdy o dużych światłach, u których stwierdzono występowanie potężnych erupcji. Erupcje te zachodzą prawdopodobnie nie w samych gwiazdach, ale w ich dyskach. Okazuje się, że spośród poznanych do tej pory (2001) czternastu obiektów klasy FU Ori, osiem jest stowarzyszonych z obiektami HH. Czy to przypadek?

Wśród bipolarnych obiektów HH obserwujemy niemal idealną symetrię między przesuniętymi ku czerwieni i ku fioletowi węzłami dżetów (także między dużymi strukturami szokowymi). Taka zależność sugeruje, że produkcja węzłów i szoków wiąże się najpewniej z aktywnością źródła. Odnosząc to do statystyki procentowej związku gwiazd typu FU Orionis z obiektami HH, zaczęto badać możliwość związku aktywności wyrzutowej HH z erupcjami FU Ori. Wybuchy tych obiektów nie są jednorazowymi epizodami, ale się powtarzają. Częstość tych zdarzeń nie jest dobrze znana. Podejrzewa się jednak, że w skalach rzędu 100 lat gwiazdy przechodzą w bardziej spokoj-

ny stan, stając się być może „zwykłymi” gwiazdami T Tau. Innymi słowy, przypuszcza się, że gwiazdy FU Ori stanowią pewne aktywne stadium gwiazd typu T Tau. Taka idea wydaje się ciekawa w świetle faktu, że większość źródeł, których widmami optycznymi dysponujemy, to właśnie gwiazdy T Tau. Co więcej, z morfologii obiektów HH wynika, że odstęp czasu między powstawaniem kolejnych dużych struktur szokowych wynosi 500–1000 lat, co zgadzałoby się z ocenianymi skalami czasu aktywności FU Ori. Wszystkie te fakty czynią bardzo realną możliwość bezpośredniego związku erupcji FU Ori z powstawaniem mgławic HH, przynajmniej dla dużej części tych obiektów.

Nawet jeśli przyjąć taką hipotezę, to otwarty wciąż pozostaje problem mechanizmów generujących erupcje, czy też — abstrahując już od związków z FU Orionis — w ogóle problem mechanizmów prowadzących do wyrzutu materii. Wiadomo jednak, że do silnej aktywności wypływowej będą prowadziły zaburzenia procesu akrecji w dysku. Co może wprowadzać takie zaburzenia? Pod uwagę bierze się wiele możliwości. Jedną z ciekawszych — ze względu na fakty obserwacyjne — jest ta, gdzie dysk zostaje zaburzany na drodze dynamicznej, poprzez przejście przez periastron gwiazdy, będącej w układzie podwójnym towarzyszem posiadaczki dysku.

Znany jest fakt, że podwójność (wielokrotność) wśród młodych obiektów gwiazdowych jest zjawiskiem znacznie bardziej powszechnym niż wśród gwiazd znajdujących się już na ciągu głównym. Wynika stąd, że takie protogwiezdne układy muszą ulegać rozpadowi. Powinno dotyczyć to także źródeł obiektów HH, ponieważ obserwacje w podczerwieni i radiokontynuum wskazują na duży odsetek układów podwójnych lub wielokrotnych wśród protogwiazd HH. Analiza źródeł *ogromnych wypływów HH* pod tym kątem, pozwoliła określić wielokrotność w tejże grupie obiektów na 79–86%, przy czym połowa z tego to układy wielokrotne wysokiego rzędu! Skoro młode układy protogwiezdowe powinny się rozпадać, a źródła obiektów HH wchodzą w skład takich układów, to możliwe, że rozpady tego typu mają związek z aktywnością wyrzutową. Ta idea stała się zaczytnem teorii, w której wypływy HH powstają jako efekt rozpadu młodych układów

potrójnych (wielokrotnych). Przedstawimy pokrótkę tę ciekawą teorię.

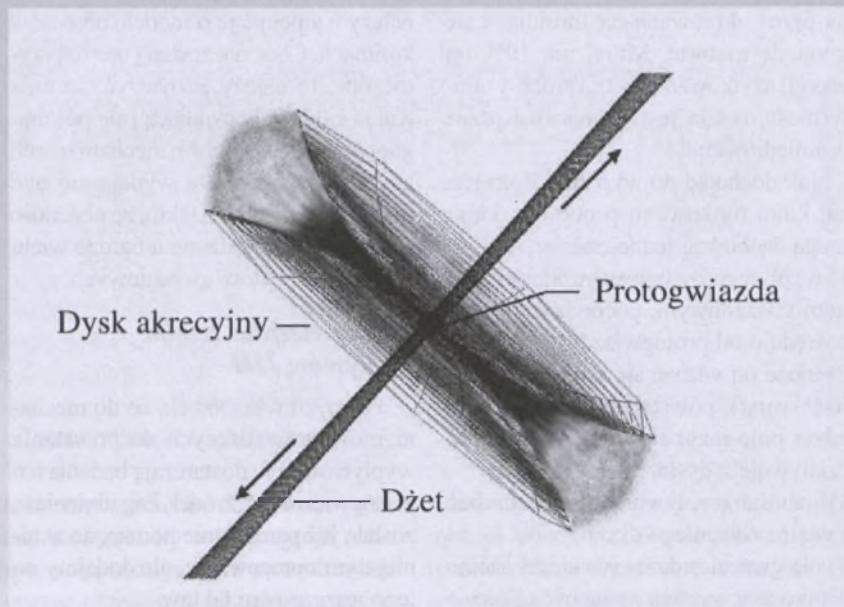
Od dawna wiadomo, że duża część niehierarchicznych układów potrójnych rozpada się krótko po uformowaniu, wyrzucając z układu jego najmniej masywnego członka. Pozbycie się gwiazdy, a wraz z nią pewnej ilości momentu pędów powoduje, że orbity pozostałych dwóch gwiazd przyjmują silnie ekscentryczne kształty i z czasem orbity te się zacieśniają. Jednocześnie następuje skracanie okresu orbitalnego. Proces zacieśniania układu może wywołać silne perturbacje lub nawet prowadzić do bezpośredniego zderzenia wokółgwiazdowych dysków akrecyjnych. Skutkiem tego dochodziłoby do wzmożonych procesów akrecji i wybuchu aktywności wypływowej. Takie wzrosty aktywności powinny następować w rytm zmian okresu orbitalnego układu, przy każdym przejściu przez periastron. Jako że okres orbitalny układu się skraca, takie wyrzuty będą coraz częstsze. Odpowiada to obserwowanemu w obiektach HH wzrostowi ilości napotykanych węzłów, w miarę zbliżania się do źródła. Układ zacieśnia się do momentu, gdy mała półosi orbity osiągnie wielkość 9–12 AU. Wówczas słabo rozdzielone wyrzuty jawią się nam jako w pełni skolimowany dżet. Jeśli powstanie obiektów HH opisuje taki właśnie scenariusz, to ich struktura jest zapisem ewolucji ruchów orbitalnych w zacieśniającym się układzie podwójnym.

Proces zacieśniania następowałby z typowej separacji 100 AU (lub większej) do odległości niespełna 10 AU (lub mniejszej), a czas trwania zjawiska jest oceniany na wartość rzędu 10^4 lat (natyle samo oceniany jest wiek dynamiczny wielu obiektów HH). Taki model zjawiska przewiduje, że dżety, będące końcowym produktem procesu rozpadu układu potrójnego, mogą pojawić się tylko raz u danego układu.

na rozkładówce:

Te cztery obrazy mgławic otaczających gwiazdy z naszej galaktyki, Drogi Mlecznej, dostarczył w 1999 r. teleskop kosmiczny Hubble'a. Dwa z nich, wykonane za pomocą szerokokątnej kamery planetarnej WFPC2, (Herbig Haro 32 i Mgławica Zmienna Hubble'a) ukazują gaz i pył dookoła młodych gwiazd będących w początkowym stadium swego życia. Dwa następne (NGC 2346 i NGC 2440) pokazują gaz wyrzucany przez stare gwiazdy znajdujące się u kresu swego istnienia. Zauważmy, że wbrew diametralnie różnym etapom życia gwiazd, mgławice mają zastanawiająco podobne cechy, w szczególności dwubiegowy wyrzut gazu zarówno przez małe, jak i stare gwiazdy.

Fot.: NASA, The Hubble Heritage Team (AURA/STScI)



Rys. 7. Model prezentujący wzajemne usytuowanie protogwiazdy, dżetów i dysku akrecyjnego, tworzących razem układ widoczny na zdjęciach na rys. 5

Jest to tylko jedna z teorii wyjaśniających źródła aktywności protogwiezdnej, prowadzącej do powstania obiektów HH. Czy dostatecznie poprawnie opisuje rzeczywiste zjawiska, pokażą przyszłe obserwacje.

Podsumowanie

Próba odgadnięcia natury obiektów HH i procesów prowadzących do ich powstania napotyka na wiele przeszkód. Potrzeba jeszcze wiele wysiłku obserwacyjnego i teoretycznego, by wyjaśnić np. trudny problem wyrzutu i tak silnej kolimacji strumienia materii. Gra jest jednak warta świeczki.

Obiekty HH są na tyle bliskie Słońcu, że możemy bezpośrednio śledzić ewolucję ich dżetów. W przypadku innych obiektów formujących takie struktury nie jest już tak łatwo. Znalezienie mechanizmów, działających przy produkcji dżetów HH, mogłoby więc mieć konsekwencje dla poznania natury wielu innych klas obiektów astrofizycznych.

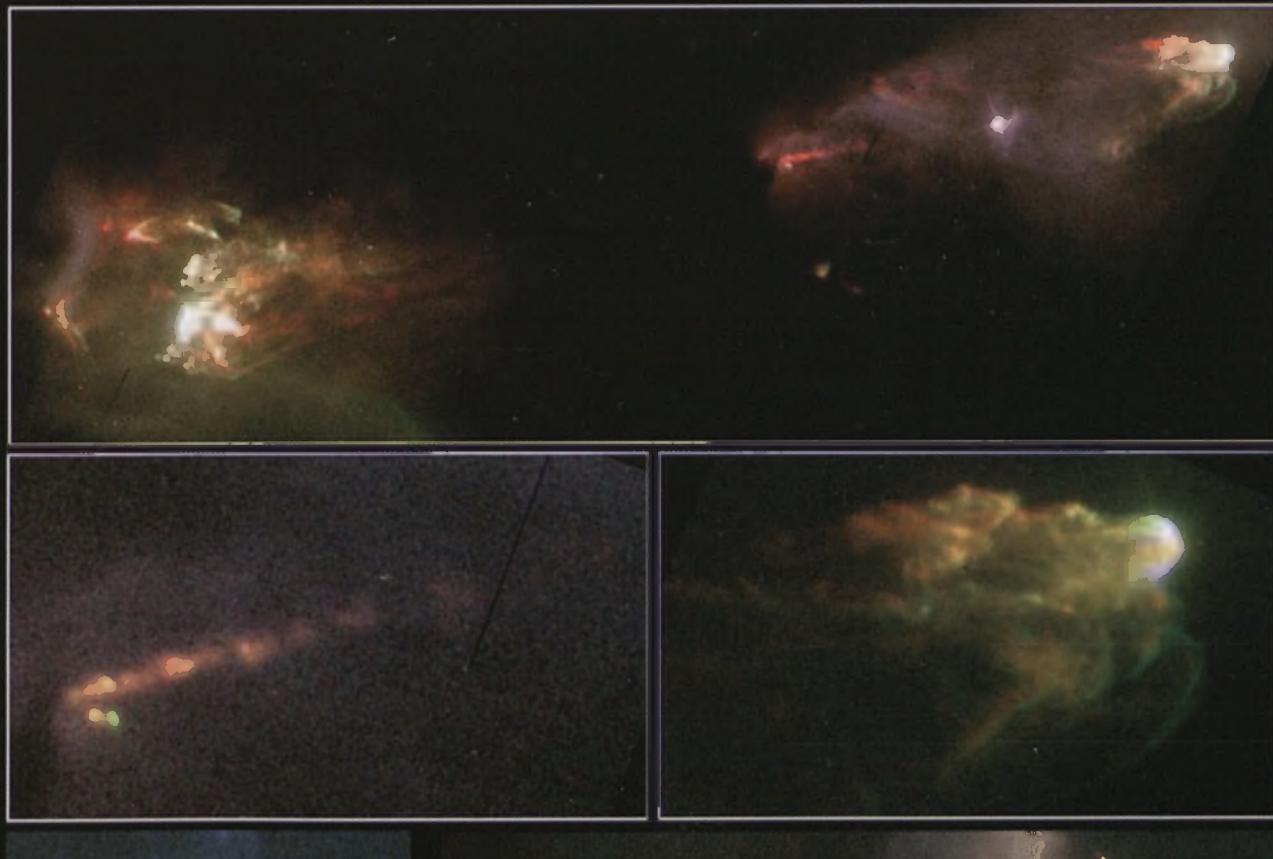
Obiekty HH są nierozerwalnie związane z wcześniejszymi stadiami ewolucji gwiazd. Niewiele wiemy o procesach rządzących ich narodzinami, ale natura obiektów HH może prowadzić do wniosków na ten temat: od procesów utraty masy począwszy, na zagadnieniach dynamiki protogwiezdnych układów wielokrotnych skończywszy.

Wreszcie, te pięknie wyglądające mgławice wiążą się także z ewolucją samego obłoku molekularnego, w którym powstają. Mogą one przebudowywać jego strukturę, są źródłem ruchów turbulentnych w tworzącej go materii i zmieniającego stan chemiczny, rozbijając ziarno pyłu, dysocjując molekuły oraz jonizując atomy. Z tego powodu uważa się, że obiekty HH są istotnym czynnikiem samoregulacji procesu formowania się gwiazd. Natura tych obiektów nie tylko pozwala wyjaśnić wiele znanych wcześniej faktów obserwacyjnych, związanych z obłokami molekularnymi, ale jest wykorzystywana także do analizy wielkoskalowej struktury tych obłoków.

Jak widać, problematyka związana z obiektami HH jest bardzo szeroka. Tym ciekawszy przedstawia się dalszy rozwój badań nad tą „spektakularną” klasą obiektów.

Tomasz Kamiński jest studentem astronomii na UMK w Toruniu. Ten artykuł powstał na podstawie jego pracy seminaryjnej

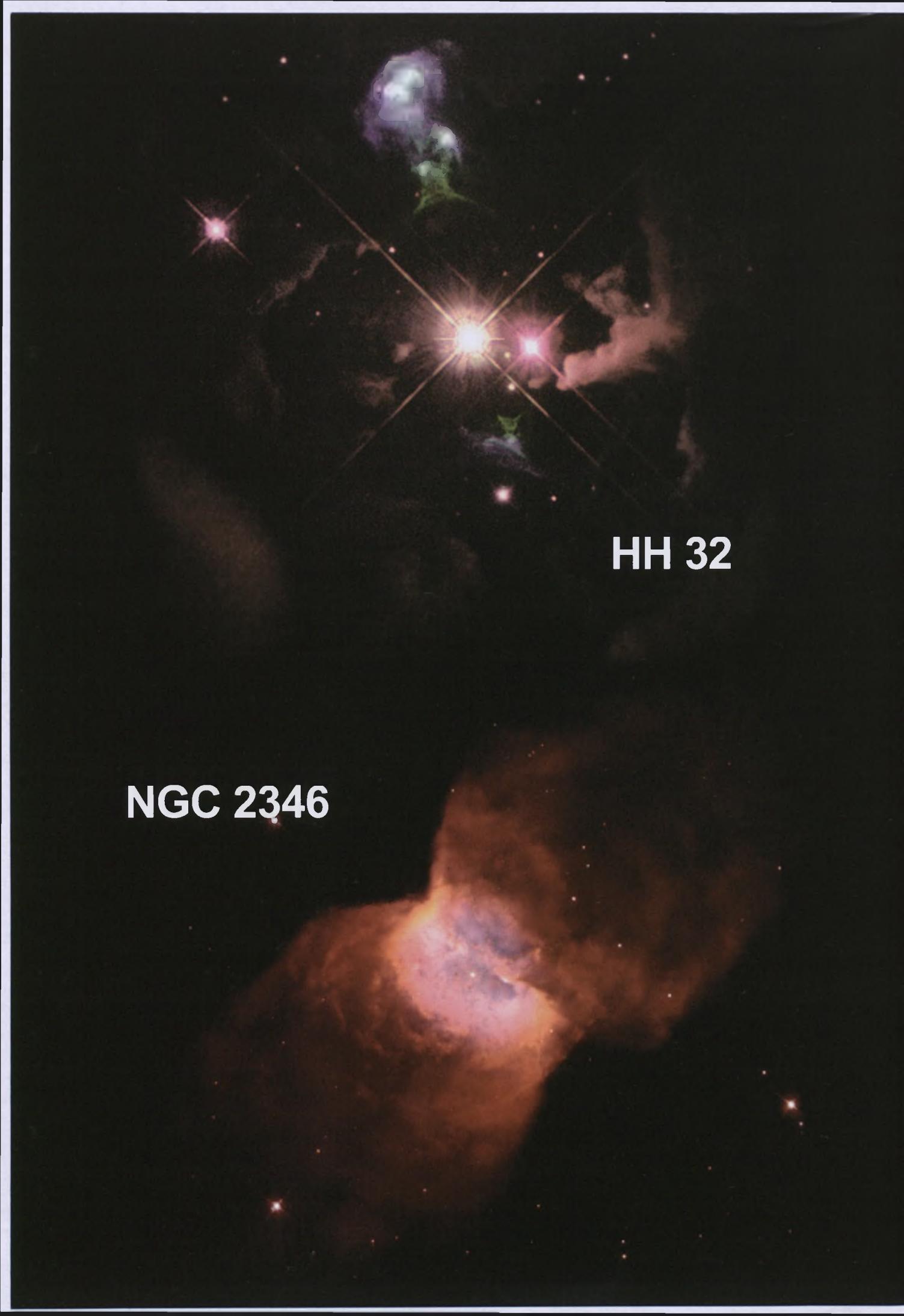
Obiekty Herbiga-Haro



Rys. 1. Góra: Przykład podwójnego obiektu HH (HH1 i HH2). Obydwie struktury mają wspólne protogwiezdne źródło, które jest zlokalizowane w pobliżu lewego końca obiektu, znajdującego się na zdjęciu po prawej stronie (HH1). Dół: Powiększenie struktury dżetu i obszaru, gdzie znajduje się źródło (*po lewej*); *po prawej* natomiast jest prezentowany region szoku. To zdjęcie jest efektem pracy teleskopu kosmicznego Hubble'a (HST). Czerwony kolor odpowiada emisji w linii SII, niebieski w linii $H\alpha$.

Rys. 2. Jeden z bardziej niezwykłych obiektów: HH111. Obraz jest mozaiką zdjęć uzyskanych za pomocą HST w dziedzinie optycznej (WFPC2) i podczerwonej (NICMOS). Jedno ze zdjęć przedstawia dżet (SII — kolor niebieski, $H\alpha$ — pomarańczowy), zaś drugie obszar, gdzie znajduje się źródło wypływu. Dżet jest dobrze widoczny w świetle widzialnym, podczas gdy zakryte materią źródło widoczne jest jedynie w podczerwieni (barwa czerwona na zdjęciu).

Rys. 3. Obiekt HH34 w ujęciu HST. Jest to sztandarowy przykład świetnie wykształconej struktury szokowej i dżetu. Zdjęcie wykonano w dwóch filtrach: $H\alpha$ (kolor zielony) i SII (kolor czerwony). Pełen opis obiektu znajduje się w tekście s. 245



HH 32

NGC 2346

Mgławica Zmienna Hubble'a

NGC 2440



Urania
POSTĘPY ASTRONOMII

Obiekty Herbiga-Haro



Rys. 4. Obiekt HH47 widoczny na tle granicy obłoku molekularnego. Jest to obraz jednostronnego wypływu. Niewidoczne źródło znajduje się na końcu mgławicy, w lewym dolnym rogu zdjęcia (HST)



Rys. 5. Każde z tych dwóch zdjęć prezentuje obszar, gdzie jest ukryte źródło energetyczne obiektu HH. Samych protogwiazd nie widać, widać natomiast bipolarne dzety (kolor zielony) i światło zakrytej gwiazdy, odbijające się od otaczającego ją dysku akrecyjnego (kolor czerwony). Dzety są wyrzucane w kierunku prostopadłym do płaszczyzny dysku

Źródło: HST

Pierwsze żniwa na nowym polu Hubble'a

Prezentując w numerze 3/04 „Uranię-PA” na wewnętrznej stronie okładki Ultragłębokie Pole Hubble'a (ang. Hubble Ultra Deep Field, w skrócie HUDF) zapowiadaliśmy, że astronomowie całego świata będą latami badać te obrazy, by lepiej zrozumieć formowanie się gwiazd i galaktyk w młodym Wszechświecie. Tymczasem minęło zaledwie pół roku, a już uzbierała się pochodząca sterta prac na ten temat, zaś analizie zdjęć tego skrawka nieba poświęcono nawet specjalną konferencję w drugiej połowie września. Ciekawostką jest, że pierwsza publikacja była gotowa na drugi dzień po udostępnieniu obrazów astronomicznej społeczności. Andrew Bunker ze swoimi współpracownikami z uniwersytetów Cambridge i Exeter sporządził listę 54 obiektów — kandydatów na bardzo odległe galaktyki. W pierwszej chwili liczba wydawała się cokolwiek mała, a sami autorzy twierdzili, że ilość promieniowania, jaką są w stanie wytworzyć zidentyfikowane obiekty, nie wystarczy, by proces powtórnej jonizacji materii doprowadzić do końca.

W tym miejscu mała dygresja. Za skromnym, ostatnio bardzo modnym w kosmologii obserwacyjnej angielskim terminem „reionization” kryje się ten moment w ewolucji młodego Wszechświata, w którym stał się on przezroczysty dla promieniowania. Ponieważ w rozszerzającym się Wszechświecie materia ostygła na tyle, że najprostsze cząstki elementarne utworzyły pierwotną materię (mieszaninę wodoru i helu), przez pewien czas promieniowanie pierwszych świecących obiektów — gwiazd i protogalaktyk — było bardzo chętnie absorbowane przez otaczającą je materię. Działo się tak dopóty, dopóki wysokoenergetyczne kwanty nie zjonizowały całej materii, umożliwiając promieniowaniu swobodne rozprzestrzenianie się (obrazowo mówi się, że światło gwiazd wyłoniło się jak słońce z porannej mgły). Na podstawie dotychczasowych obserwacji (rozkład kwazarów w przeglądzie Sloan Digital Sky Survey, pomiary polaryzacji mikrofalowego promieniowania tła przez sondę WMAP) wydaje się najbardziej prawdopodobne, że ta epoka powtórnej jonizacji zakończyła się jakieś 0,5 do 1

mld lat po Wielkim Wybuchu (choć są też i odmienne szacunki, patrz „Uranię-PA” 3/04 s. 119 — „Długie mroczne lata”).

Dlatego też pierwsze, bardzo pobieżne spojrzenie na nowe pole Hubble'a mogło niektórych kosmologów nieco zaniepokoić. Na szczęście kilka czynników zadecydowało o tym, że dziś już z większym spokoju patrzymy na zgromadzone dane. Przede wszystkim lista kandydatów na odległe galaktyki została krytycznie zweryfikowana. Niezależna i bardziej dokładna analiza obrazów, którą przeprowadzili Yan i Windhorst wskazała 108 obiektów (na zdjęciu zaznaczone zostały kółeczkami) o przesunięciu ku czerwieni z przedziału od 5,5 do 6,5 (przy czym z listy Bunkera odpadła tylko jedna kandydatura, pozostała się potwierdzony). W opublikowanej 21 września (na razie tylko w Internecie) pracy Bouwens i inni odnaleźli 5 obiektów, których przesunięcia ku czerwieni mieszczą się w przedziale od 7 do 8. Wszystkie te odkrycia wymagają jeszcze ostatecznego, spektroskopowego potwierdzenia.

Końcowy wniosek z pracy Bunkera (o tym, że ilość promieniowania zidentyfikowanych w polu Hubble'a obiektów nie wystarczy do zakończenia procesu powtórnej jonizacji) w międzyczasie podważali też Stiavelli ze współpracownikami z Naukowego Instytutu Teleskopu Kosmicznego (STScI). Zwróciли oni

uwagę na fakt, że w młodym Wszechświecie, pozbawionym ciężkich pierwiastków, proces jonizacji materii przebiegał szybciej i łatwiej niż dzieje się to obecnie. Ponadto gwiazdy mogły być znacznie masywniejsze, a więc promieniowały intensywniej w dziedzinie wysokoenergetycznej.

Wreszcie w przeprowadzonej krótko po zakończeniu projektu HUDF spektroskopowej obserwacji okolic tego pola z niską zdolnością rozdzielczą Malhotra i Rhoads ze wspomnianego wyżej instytutu (STScI) zauważyli, że dla przesunięć ku czerwieni bliskich 6 pole Hubble'a mieści się na skraju znacznie bardziej obfitego w galaktyki obszaru Wszechświata. Tak więc naprawdopodobniej już wtedy rozkład materii był na tyle różnorodny, że sam proces powtórnej jonizacji zachodził nierównomiernie — najszybciej w obfitujących w protogalaktyki rejonach kosmosu.

Niewątpliwie kosmologia obserwacyjna wciąż jeszcze czeka na kluczowe dane obserwacyjne z granic Wszechświata. Być może dostarczy ich budowana dla teleskopu Hubble'a nowa kamera WFC3, której czułość w zakresie podczerwieni 10-krotnie przewyższy oferowaną przez dotychczasową NICMOS. Ale dopiero następca teleskopu Hubble'a, JWST, ma szansę wyłowić promieniowanie pierwszych słońc, które rozbłysły 200 mln lat po Wielkim Wybuchu. (kr)



NGC 1664

α (J2000)	04 ^h , 51,1 ^m
δ (J2000)	+43°40'
Gwiazdozbiór	Woźnica
Typ	Gromada otwarta
Jasność fotograficzna	8,0
Jasność wizualna	7,4
Jasność absolutna M _v	-3,0
Rozmiar	18' × 16'
Odgległość	1,2 kpc
Prędkość radialna	—

Gromada ta leży na granicy gwiazdozbioru Woźnicy i Perseusza niedaleko słynnej gwiazdy zaćmieniowej ϵ Aur. William Herschel skatalogował ją pod numerem VIII 59, a jej opis w katalogu Dreyera jest następujący: „gromada, niezbyt bogata w gwiazdy, trochę skoncentrowana ku środkowi, dość duża”. Najjaśniejsze gwiazdy mają jasność około 10,5 mag. i tworzą charakterystyczny układ przypominający kształtem latawiec. Aby zobaczyć tę gromadę, wystarczy teleskop o średnicy 8 cm. W teleskopie o średnicy 20 cm prezentuje się całkiem okazale — jest widocznych 30 gwiazd do niej należących i kilkanaście gwiazd pola w bliskim sąsiedztwie. Łącznie członkostwo do gromady przypisuje się około 60 gwiazdom.

Gromada znajduje się blisko płaszczyzny Drogi Mlecznej w odległości 1240 pc od nas. Przestrzennie jest stosunkowo zwarta, a jeśli chodzi o skład gwiazd, przypomina młode gro-



mady gwiazd, takie jak Hiady czy Żłobek (M 44): posiada niewiele żółte olbrzymy, brak gwiazd o typie widmowym wcześniejszym niż A0, a ciąg główny kończy się na typie F0. Te cechy wskazują, że jej wiek wynosi od 200 do 300 mln lat.

NGC 1778

α (J2000)	05 ^h , 06,9 ^m
δ (J2000)	-3° 20'
Gwiazdozbiór	Orion
Typ	Mgławica refleksyjna
Jasność fotograficzna	9,0
Jasność wizualna	9,0
Jasność absolutna M _v	—
Rozmiar	6' × 3'
Odgległość	450 pc
Prędkość radialna	—

Ta mgławica pyłowo-gazowa ma niewielką jasność całkowitą, lecz ze względu na małe rozmiary ma stosunkowo dużą jasność powierzchniową i jest łatwym celem obserwacji wizualnych. William Herschel odkrył ją w 1786 r. za pomocą teleskopu o średnicy zwierciadła 47,5 cm i skatalogował jako H V.32. W katalogu Dreyera mamy taki jej opis: „jasna, znamiono rozległa, zaokrąglona, jaśniejąca ku środkowi, gwiazda 10 wielkości wewnętrz mgławicy”. Patrząc nie wprost, można ją zobaczyć już w 8–10 cm teleskopie jako słabą poświatę wokół gwiazdy 10 wielkości. W teleskopie o średnicy 30 cm lub większej wyraźnie widać nieregularny kształt mgławicy: w jej południowej jaśniejszej części świeci gwiazda 12 wielkości, która jednak zlewa się z otaczającą ją mgławicą tak, że trudno ją od niej odróżnić, natomiast w kierunku północno-zachodnim rozciąga się druga część mgławicy wokół jaśniejszej gwiazdy 10 wielkości. W tej części można zauważać jeszcze 3–4 słabe gwiazdy. Użycie filtra mgławicowego (UHC, OIII lub Ha) nic w tym wypadku nie daje, gdyż mgławica ta świeci światłem rozproszonym.

W swej istocie, NGC 1778 jest tylko najjaśniejszą optycznie częścią dużego obłoku kometarnego oznaczonego symbolem L1616, znajdującego się na zachód od olbrzymiego obłoku molekularnego Orion A. Nazwa „obłok kometarny” nawiązuje do kształtu pewnego typu obłoków gazowo-pyłowych, przypominającego kształtem kometę, a nie do jakiegoś faktycznego związku z tymi obiekttami astronomicznymi. Obłoki kometarne to miejsca narodzin nowych gwiazd — powstawania młodych gromad gwiazd.

Struktura wewnętrzna L1616 jest bardzo skomplikowana. „Głów” obłoku skierowana jest ku wschodowi — asocjacji OB Oriona. W „głowie” L1616 znajduje się właśnie NGC 1778, oświetlona od wewnętrz małą, bardzo młodą gromadą małomasywanych i średniomasywnych gwiazd. Gromada ta z uwagi na otaczający ją pył jest widoczna w pełni dopiero w bliskiej podczerwieni. W centrum gromady znajduje się grupa czterech bardzo jasnych w dalszej podczerwieni obiektów (ang. *MIR sources*), które według obecnych ustaleń są głównym źródłem światła dla świecenia mgławicy, a ich typ widmowy może być nawet tak wcześnie jak B4. Najjaśniejszą optycznie gwiazdę w tym obszarze jest owa gwiazda 10 wielkości wspomniana już przez W. Herschela: HD 293815. Jej typ widmowy to B9 V a kolory typowe dla gwiazdy ciągu głównego. Obserwacje tej gwiazdy wskazują, że jej wiek, a przez to wiek całej gromady gwiazd, wynosi około miliona lat.

„Głów” reprezentuje obszar obłoku, w którym zjawiska gwiazdozbiórce stosunkowo niedawno się zakończyły. Natomiast w skład „ogona” obłoku, wydłużonego w kierunku zachodnim, wchodzą obiekty, których właściwości stanowią wyraźny dowód, że obecnie tutaj powstają gwiazdy. Obiekt

oznaczany przez astronomów jako MMS1 A jest najprawdopodobniej bardzo młodą protogwiazdą. Znajduje się w pyłowym kokonie tak gęstym, że jest niewidoczny nie tylko w zakresie optycznym, ale również w bliskiej, średniej, a nawet dalekiej podczerwieni — nie widział go satelita IRAS na długości fali $100 \mu\text{m}$! O jego obecności świadczy dość silna emisja w zakresie milimetrowym (1,2 mm) a także obecność biegunowych strug (dżetów) molekularnego wodoru H_2 i tlenku węgla CO, wypływających ze źródła i widocznych w podczerwieni.

Cały obszar L1616 zajmuje na niebie około $40'$, co przekłada się na rozmiary liniowe rzędu 5 pc. Masa obłoku wynosi około 160 mas Słońca. Jest interesujące, że poza obłokiem w odległości około 15 pc od jego „głowy” w kierunku asocjacji OB Oriona znajduje się spora grupa małomasywnych gwiazd typu T Tauri, będących jednocześnie źródłami emisji rentgenowskiej. Nie wiadomo, czy jest ona powiązana w jakiś sposób z L1616. Gdyby tak było, to oznaczałoby, że jest to pozostałość po wielkim obłoku molekularnym, który znajdował się pomiędzy asocjacją OB w Orionie a dzisiaj-



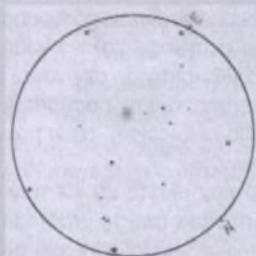
szym obłokiem L1616. Obłok ten został zniszczony w wyniku formowania się młodych i gorących gromad gwiazd, a L1616 wraz z NGC 1788 stanowią jego ostatnią zachowaną po dzień dzisiejszy część.

NGC 2022

α (J2000)	05 ^h 42,1 ^m
δ (J2000)	+09° 05'
Gwiazdozbiór	Orion
Typ	Mgławica planetarna
Jasność fotograficzna	12,4
Jasność wizualna	11,9
Jasność absolutna M _v	—
Rozmiar	28''×27''
Odległość	2,1 kpc
Położenie radialne	+14 km/s

Mgławica planetarna NGC 2022 jest najjaśniejszą w gwiazdozbiorze Oriona. Została odkryta przez Williama Herschela i opatrzona numerem: IV 34. Jej opis w katalogu NGC jest następujący: „dość jasna, bardzo mała, bardzo nieznacznie wydłużona”. Mgławica nie doczekała się jakiejś szczególnej nazwy. Ma stosunkowo dużą jasność powierzchniową i może być bez problemu zobaczyta w teleskopie o średnicy 10 cm, pod warunkiem użycia odpowiednio dużego powiększenia (ponad 70 \times), jako mały szary oval. Przy powiększeniach ponad 100 razy można zauważać pierścieniową strukturę przypominającą M 57 w Lutni. Centralna gwiazda z uwagi na małą jasność (15,7 mag.) na ogół nie jest widoczna nawet w teleskopach o średnicy 40 cm. Mgławica składa się z dwóch części: wewnętrznej — jasnego, wyraźnie eliptycznego pierścienia o wymiarach $22''\times17''$ — i zewnętrznej, znacznie słabszej otoczki o średnicy około 28''. W dużym teleskopie na obrzeżach pierścienia można zauważać małe pojaśnienia znajdujące się prawie symetrycznie względem środka mgławicy, dające złudzenie dwubiegunkowego (ang. bipolar) wypływu.

Centralna część mgławicy ma rozmiary liniowe około 0,1 pc. Promieniowanie mgławicy jest zdominowane przez linie emisjy neutralnego wodoru. Astronomowie uważają, że jest to stosunkowo młody obiekt znajdujący się obecnie w fazie przejścia pomiędzy mgławicą optycznie grubą (czyli mało przezroczystą dla światła widzialnego) a mgławicą optycznie cienką (przezroczystą).



Typowy wygląd mgławicy NGC 2022 w dużym teleskopie amatorskim

NGC 2024

α (J2000)	05 ^h , 41,9 ^m
δ (J2000)	-01° 51'
Gwiazdozbiór	Orion
Typ	Mgławica emisyjna
Jasność fotograficzna	~7
Jasność wizualna	~7
Jasność absolutna M _V	—
Rozmiar	30' × 30'
Odległość	415 pc
Prędkość radialna	—

Jest to jasna mgławica emisyjna w pobliżu ζ Ori nazywana ze względu na specyficzny kształt Mgławicą Płomień. Odkryta prawdopodobnie przez W. Herschela (V 28 w jego katalogu) ma taki oto opis w katalogu Dreyera: „jasna, nieregularny kształt, bardzo rozległa, ciemne obszary wewnętrzne”. Aby ją zobaczyć, wystarczy niewielki teleskop o średnicy 8 cm. Jednak bliskość jasnej gwiazdy pasa Oriona ζ Ori — Alnitak — powoduje, że mgławica ginie w jej blasku. Dopiero gdy usunie się tę gwiazdę z pola widzenia teleskopu, można wyraźnie zobaczyć całą mgławicę. W teleskopie o średnicy 12-15 cm NGC 2024 prezentuje się już całkiem okazale. Nad Alnitakiem znajduje się łańcuszek 4 gwiazd (ustawionych w kierunku wschód-zachód). Idąc od zachodu, znajduje się jaśniejszy obszar pomiędzy 1 i 2 gwiazdą, następnie wyraźne ciemne pasmo przecinające całą mgławicę na dwie części i znajdujące się pomiędzy 2 i 3 gwiazdą, wreszcie najrozleglejszy i najbardziej nieregularny obszar mgławicy rozciągający się na wschód od 3 gwiazdy (patrz zdjęcie obok). Jest to jedna z najbardziej efektownych mgławic do obserwacji niewielkim teleskopem (nawet bez filtra). W dużym teleskopie można natomiast dokładnie obserwować cienkie, jasne struktury na podobieństwo wstęg lub kosmyków wypełniających prawie całą NGC 2024 oraz jeszcze kilka ciemnych pasm przecinających ją.

Mgławica ta należy do bardzo efektownego zespołu mgławic, który znajduje się wokół gwiazdy Alnitak. Kompleks ten wchodzi w skład olbrzymiego obłoku molekularnego nazywanego Orion B. Poza zjonizowanym obłokiem wodoru (obszar HII) widocznym jako NGC 2024 tworzą go: rozległa mgławica emisyjna IC 434 zawierająca słynną ciemną mgławicę pyłową Koński Łeb (odkrytą oczywiście przez E.E. Barnarda i oznaczoną B33), mgławica refleksyjna NGC 2023 (w pobliżu B33) oraz trzy małe mgławice refleksyjne IC 431, 432 i 435 oświetlane przez gorące gwiazdy znajdujące się w ich wnętrzach. Na kolorowych fotografiach zwraca uwagę bardzo nietypowy kolor tej mgławicy: żółty przechodzący w pomarańcz. Mgławice tego typu mają prawie zawsze intensywnie czerwony kolor (efekt silnej emisji zjonizowanego wodoru w linii H α , przypadającej właśnie na czerwony zakres widma widzialnego). W przypadku NGC 2024 mamy do czynienia również ze świeceniem światłem rozproszonym pochodząącym głównie od pobliskiej ζ Ori (światło niebieskie), co w połączeniu daje taki a nie inny kolor mgławicy.

We wnętrzu mgławicy ukryta za ciemnym pasmem pyłu znajduje się bardzo młoda i zwarta gromada gwiazd, licząca sobie nie więcej jak milion lat. Jej istnienie potwierdziły dopiero obserwacje w bliskiej i średniej podczerwieni, gdyż typowe osłabienie blasku gwiazd w wyniku absorpcji światła w zakresie widzialnym wynosi w tym kierunku około 15 mag.! Gromada zawiera kilkaset gwiazd o masach w zakresie od 0,1 do

10 mas Słońca, przy czym liczba powstałych gwiazd w zależności od ich masy (tzw. początkowa funkcja masy — skrót angielski: IMF) jest podobna do tej, jaką obserwujemy w pobliżu Słońca. Podobny jest również odsetek gwiazd, które są podwójne lub wielokrotne (20%). Wiele spośród tych gwiazd — ponad połowa(!) — jest wciąż jeszcze otoczona przez dyski wokółgwiazdowe, co wskazuje, że mamy do czynienia z młodymi protogwiazdami, być może znajdującymi się jeszcze w fazie akrecji materii. Obserwacje radiowe w zakresie milimetrowym wykazują, że w obrębie ciemnego pasma pyłu znajduje się grupa małych kondensacji, które uważa się za obszary, gdzie również obecnie formują się gwiazdy. Zarówno w podczerwieni, a także w zakresach radiowym i rentgenowskim notuje się obecność gromad punktowych źródeł związanego z tą mgławicą.

Astronomowie włożyli wiele wysiłku, aby zidentyfikować źródło jonizacji NGC 2024. Wymagana liczba fotonów ultrafioletowych wskazuje, że musi być to masywna gwiazda najprawdopodobniej typu widmowego O9 o działalności promieniowania 50 tys. razy większej niż Słońce. Dopiero całkiem niedawno, w roku 2003, udało się znaleźć obiekt o szukanej charakterystyce, bardzo głęboko schowany w pyłowym konku. Źródło to oznaczono IRS2b.

Warto dodać, że region obejmujący NGC 2024 jest najbliższym Słońcu zidentyfikowanym obszarem aktywności gwiazdotwórczej.

Dariusz Graczyk



© Philip Perkins 1998



Kompleks mgławic wokół gwiazdy ζ Ori zawierający NGC 2024 i Koński Łeb

Profesor Fred Lawrence Whipple 1906–2004

Wdniu 30 sierpnia 2004 r. w wieku 97 lat zmarł nestor astronomów amerykańskich, ostatni chyba z największych astronomów XX wieku, Fred Lawrence Whipple. Od przeszło 50 lat jego nazwisko jest związane z kometami, dla których zaproponował znany powszechnie model jądra.

Fred L. Whipple urodził się 5 listopada 1906 r. w Red Oak w stanie Iowa. Najpierw studiował w Occidental College w Iowa, a następnie na Uniwersytecie Kalifornijskim w Los Angeles, gdzie uzyskał dyplom magistra matematyki. Stopień doktorski (Ph.D.) otrzymał na Uniwersytecie w Berkeley w roku 1931, po czym przeniósł się do słynnego Obserwatorium Harwarda (Harvard College Observatory) w Cambridge, Massachusetts i z tym centrum badawczym pozostał związany do końca swego życia. Był tam badaczem, profesorem, dyrektorem, a przede wszystkim siewcą pomysłów badawczych i ich współrealizatorem. Przez przeszło 30 ostatnich lat nosił tytuł „Phillips Professor of Astronomy Emeritus” w Obserwatorium Harwarda i „Senior Physicist” w SAO.

Był bardzo aktywnym „emerytem”. Nie tylko uczestniczył w wielu konferencjach naukowych, ale i w wielu projektach badawczych. Znał Go osobiście od roku 1958, już jako sławnego guru ówczesnej astronomii. W czasie Kongresu Miedzynarodowej Unii Astronomicznej w Brighton w 1970 r. oprowadzałem Go po stateczku „Podhalanin”, na którym prawie 30 polskich astronomów przybyło i koczowało, aby uczestniczyć w tym kongresie. To On zrobił zdjęcie naszej „łajby” i zamieścił je w „Sky and Telescope”. Spotykałem się z Nim na konferencjach jeszcze w latach 80. i 90. ubiegłego wieku, gdzie zawsze przyjmowany był z wielką atencją i szacunkiem. W wieku 92 lat, w roku 1999, został oficjalnie powołany przez NASA do zespołu badawczego przygotowującego i mającego następnie opracowywać dane naukowe misji CONTOUR (Comet Nucleus Tour), która miała „odwiedzić” bliską Jego serca kometę Enckego. Niestety misja ta nie powiodła się.

Ze wszystkich Jego zainteresowań i rezultatów badań naukowych, badania komet przyniosły Mu największy rozgłos i naukową sławę. W roku 1950 Fred Whipple opublikował w „Astrophysical Journal” pracę zatytułowaną *A Comet Model. I. The Acceleration of Comet Encke*. W tej pracy dowodzi, że kometa Enckego dokonała co najmniej 1000 obiegów wokół Słońca. Aby przeżyć tyle zbliżeń do naszej gwiazdy, jądro komety musiałoby być zbudowane z konglomeratów lodów, a nie stanowić piaszczystej lawicy, jak wówczas powszechnie uważano. Lody mogłyby zawierać wodę, dwutlenek węgla, tlenek węgla, metan i być może amoniak i w nich mogłyby być „wmrożone” różne pyły i pyłki. Ten model szybko uzyskał poparcie świata



naukowego i przez prasę został spopularyzowany jako model „brudnej kuli śniegowej”. Model ten w istotny sposób zmienił podejście astronomów do badań i interpretacji nie tylko pomiarów fotometrycznych i spektroskopowych komet, ale również do badań ich ruchów. Później, w 1986 r., model ten świętował wielkie tryumfy, gdy sonda GIOOTTO w przelocie, w pobliżu jądra komety Halleya potwierdziła, że takie w istocie jest jądro kometarne. W przeglądzie literatury naukowej, przeprowadzonym przez „Astrophysical Journal” w roku 2003, okazało się, że prace naukowe Whipple'a z lat 1950 i 1951, dotyczące jądra kometarnego jako „lodowego konglomeratu”, były najczęściej cytowanymi pracami naukowymi w ostatnich 50 latach. On sam tak dalece czuł się związany z badaniami komet, że nawet jego samochód miał tablicę immatrykularijną „Dr. Comet”.

Oczywiście Fred Whipple zaznaczył swoją obecność w wielu innych dziedzi-

nach życia i badań naukowych swojej epoki. W czasie Drugiej Wojny Światowej był współkonstruktorem urządzenia do cięcia brylek folii na drobnutkie kawałki zwane „plewami”, które rozrzucane z samolotów myliły radary nieprzyjaciela. Whipple był szczególnie dumny z tego urządzenia, za które zresztą prezydent Truman odznaczył Go w 1948 r. medalem załugi. U progu epoki lotów kosmicznych, w 1946 r., zdając sobie sprawę z niebezpieczeństw, jakie stanowi dla statków kosmicznych zderzenie z meteorytami, Whipple zaproponował specjalną osłonę zwaną „tarczą Whipple'a”. Przy zetknięciu z tą tarczą meteoryt eksplodował, nie czyniąc szkody znajdującemu się pod nią statkowi kosmicznemu. Ulepszona wersja tej osłony jest używana do dzisiaj. W epoce hipotetycznych jeszcze sztucznych satelitów Ziemi Fred Whipple zorganizował ogólnosłowiatową sieć obserwatorów tych obiektów w celu wyznaczania ich orbit. Gdy pojawił się pierwszy Sputnik, 4 października 1957 r., grupa Whipple'a była jedną na świecie grupą gotową podjąć obserwacje i fachowe śledzenie jego orbity. Później pod jego kierunkiem, a pod „firmą” SAO, powstała sieć optycznego śledzenia sztucznych satelitów przy pomocy światłosiłnych kamer Bakera-Nunna. Ta sieć tak dobrze śledziła satelity, że na podstawie jej pomiarów wysokości i prędkości tych ciał można było określić efekty grawitacyjne wywierane na ich orbity przez pole grawitacyjne Ziemi, co pozwoliło wyznaczyć dokładny kształt naszej planety. Za swe prace w tej dziedzinie Fred Whipple otrzymał od prezydenta Kennedy'ego w 1963 r. medal Distinguished Federal Civilian Service. Po latach wspominał, że moment, gdy mógł zaprosić swych rodziców i przyjaciół do Ogrodu Róż Białego Domu na ceremonię wręczenia Mu tego odznaczenia, był chyba najszczęśliwszym dniem w Jego życiu.

Przez 18 lat, od 1955 r. do emerytur w 1973 r., Fred Whipple był dyrektorem Smithsonian Astrophysical Observatory (SAO), które następnie, przy Jego wcześniejszym istotnym udziale,

połączyło się z Obserwatorium Harwarda, tworząc Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics (CfA), współcześnie jeden z największych na świecie ośrodków badań astronomicznych.

W końcu lat 60. Whipple wybrał Mount Hopkins w południowej Arizonie na miejsce budowy nowego obserwatorium SAO, obserwatorium, które miało być wyposażone w „instrumenty nowej generacji”. Od końca lat 50. toczyła się w środowiskach astronomicznych dyskusja o potrzebie nowych, wielkich teleskopów i nowych, tanich technologii ich budowy. Jednym z in-

spiratorów i liderów wprowadzających w czyn te idee był Fred Whipple. Na Mt. Hopkins zbudowano wielolustrzany teleskop MMT (Multiple Mirror Telescope), w którym grupa 6 teleskopów o średnicy 1,8 m na wspólnym montażu azymutalnym dawała efektywną zdolność zbierającą teleskopu o średnicy 4,5 m. W chwili oddania go do użytku astronomom w 1979 r. był to trzeci co do wielkości teleskop na świecie. Później, w 1981 r. obserwatorium to zostało nazwane „Fred Lawrence Whipple Observatory”, a sam teleskop przeszedł ostatnio modyfikacje, które

uczyniły go teleskopem 6,5 m. Na cześć Freda Whipple'a astronomowie nadali też Jego imię planetce nr 1940. Imię tego Wielkiego Astronoma nosi również 6 komety, których był odkrywcą.

Był Uczonym wielkiej wiedzy, obdarzonym olbrzymią naukową wyobraźnią oraz zmysłem analitycznym i organizacyjnym. Był Człowiekiem dobrym, uczelnym, pomagającym wielu w różnych dziedzinach i potrzebach. Był Człowiekiem wyjątkowym wśród innych wyjątkowych. Będzie Go nam brakowało.

Andrzej Woszczyk

Czwarty Obóz Szkoleniowo-Obserwacyjny PTMA

W dniach 12–23 VII 2004 r. w schronisku na Hali Krupej (pasmo Policy we wschodniej części Beskidu Żywieckiego) odbył się czwarty Obóz Szkoleniowo-Obserwacyjny PTMA „OSOP 2004”, w którym wzięło udział 19 uczestników z całej Polski. Obóz został zorganizowany przez Oddział Krakowski Towarzystwa.

Pogoda była nie najgorsza — ponad połowa nocy nadawała się do obserwacji. Największymi atrakcjami Obozu były komety C/2003 K4 LINEAR i C/2001 Q4 NEAT, ale obserwowano również inne obiekty, m.in. tradycyjnie wielu uczestników „polowało” na obiekty Messiera, obserwowano zachodzącego Jowisza, można było także zobaczyć tarcze Urana i Neptuna, a nawet udało się odnaleźć Plutona. W dzień prowadzono obserwacje Słońca, na powierzchni którego były akurat duże i rozbudowane grupy plam, a raz w południe udało się zaobserwować Wenus przez teleskop (nie udało się to z Merkurem). Jak zwykle, poczynając obserwatorzy mieli możliwość korzystania z pomocy instruktorów oraz bardziej doświadczonych uczestników.

W dzień odbywały się wykłady. Szef obozu, dr Sławomir Stachniewicz z Krakowa, mówił o układach współrzędnych astronomicznych, na temat czasu w astronomii, jak korzystać z kalendarzy astronomicznych i wygłosił wykłady popularnonaukowe na temat problemu neutrin słonecznych, ewolucji gwiazd oraz trendów we współczesnej kosmologii. Mgr

Marcin Filipek z Krakowa wyjaśnił, jak należy obserwować, a następnie opracowywać obserwacje gwiazd zmiennych oraz o zjawiskach zakryciowych, mgr inż. Lucyna Gut z Libiąża mówiła na temat mechaniki nieba, Tadeusz Szufa z Oświęcimia opowiedział o montażach teleskopowych, astrofotografii, gwiazdozbiorach i (wspólnie z p. Gut) o zegarach słonecznych. Dr Tomasz Ścieżor z Krakowa opowiedział o obserwacjach Słońca, planet, komet i meteorów, a inż. Jacek Burda z Krakowa mówił na temat optyki teleskopowej oraz jak samemu zbudować teleskop. Warto nadmienić, że wielu wykładowcom przysłuchiwały się turyści nie będący uczestnikami obozu, niektórzy również asystowali przy obserwacjach.

Oprócz wykładów i obserwacji odbywały się również wycieczki po oko-

licznych górach, a teren temu bardzo sprzyjał. Na ogół uczestnicy odbywali krótkie wycieczki we własnym zakresie, ale jeden dzień został przeznaczony na dłuższą wyprawę. Większość uczestników dotarła grzbietem do Hali Śmieitanowej i wróciła szlakiem prowadzącym przez północne stoki Policy, zaś niewielka grupa dotarła Szlakiem Głównym aż na Babią Góru i wróciła przez schronisko na Markowych Szczawinach oraz przełęcz Krowiarki. W ostatnich dniach obozu swoistą atrakcją był niedźwiedź, który rankami grasował w okolicach schroniska i odstraszał amatorów wschodów słońca.

Kolejny OSOP znów był udany, pogoda była niezła i uczestnicy byli zadowoleni, wielu z nich deklarowało chęć ponownego udziału w przyszłym roku.

Sławomir Stachniewicz



**Dziewiąte bieszczadzkie spotkania dyskusyjne: „Pola elektromagnetyczne ELF w astrofizyce, geofizyce i medycynie” pod hasłem:
Pogoda kosmiczna**

Spotkania dyskusyjne — zgodnie już z wieloletnią tradycją w okresie najkrótszych nocy — odbyły się w Dwerniczku na Rusinowej Polanie, w dniach 24—26 czerwca 2004 r. W tym spotkaniu aktywnie uczestniczyły 24 osoby z następujących ośrodków naukowych: AGH, Akademii Rolniczej z Krakowa, CBK z Warszawy, CBK z Torunia, Instytutu Fizyki z Płocka, Planetarium z Łodzi, Politechniki Rzeszowskiej, Obserwatorium Astronomicznego UJ, Geofizycznego Instytutu Polarnego z Apatytów z półwyspu Kola oraz magistranci z różnych ośrodków (Kraków i Płock). Ponadto swą obecnością zaszczycił nas Prezes PTA prof. Andrzej Woszczyk.

Dzięki uprzejmości Państwa Krystyny i Stanisława Rusinów do dyspozycji mieliśmy, jak zwykle, obszerny i niezwykle wygodny pensjonat oraz doskonałe wyżywienie w Gawrze, niedawno oddanym do użytku budynku dla potrzeb gości.

Ogółem wysłuchaliśmy 17 krótkich lub dłuższych wykładów z tym, że o niekończących się dyskusjach do późnych, a jakże jasnych nocy, szerzej tu nie wspomnę; oto wykładowcy i tytuły zaprezentowanych w kolejności wystąpień: Adam Michalec — „Pogoda kosmiczna”; Stanisław Zięba — „Impulsy aktywności Słońca w cyklach XIX–XXII”; Jan Hanasz — „Dynamika magnetyzmu ziemskej”; Anna Odzimek — „Modele jonosferyczne rezonansu fal Alfvena”; Nadieżda Semenova — „Rezonans fal Alfvena”; Maria Inglot-Siemaszko — „Indukcja magnetyczna w okresach min-max aktywności geomagnetycznej w zakresie 8–12 Hz”; Jurij Pawłowicz Maltsev — „Rezonans Schumanna”; Jerzy Kubisz — „Nowa stacja obserwacji ULF-ELF w Bieszczadach”; Piotr Koperski — „Przyspieszanie elektronów w magnetosferze ziemskej”; Maria Bojanowska — „Niezwykle silne burze pogody kosmicznej X–XI 2003”; Andrzej Kułak — „Meandry propagacji — transmisyjny model rezonatora tłumionego”; Mariusz Pożoga —

„Metody detekcji i analiza ekscesów rezonansu Schumanna”; Roman Schreiber — „Zorzowe promieniowanie planet”; Michail Panczenko — „Obserwacje zorzaowego promieniowania Ziemi z pokładu Interballa Zorzaowego”; Janusz Kempa — „Miony w promieniowaniu kosmicznym wysokich energii”; Dawid Owiak — „Wpływ pól elektromagnetycznych ELF na pracę serca”; Janusz Mlynarczyk — „Nowe możliwości transmisji jonosferycznej i ich użyteczność w obserwacjach aktualnego stanu ziemskiej jonosfery”.

Ponadto, dla zrównoważenia posiedzeń, odbyła się wycieczka uczestników Spotkań Bieszczadzkich w dolinę potoku Hylatego w Zatwarnicy, do miejsca, gdzie powstaje — dzięki grantowi KBN — stała stacja ciągłych obserwacji naturalnego ziemskiego pola EM ELF.

Tegoroczne IX Spotkania Bieszczadzkie były w części finansowane przez CBK PAN w Warszawie, co umożliwiło nam zaproszenie gości zagranicznych oraz magistrantów zainteresowanych poruszaną tu tematyką.

Czas przeznaczony na spotkanie, zdaniem uczestników, zbyt szybko dobiegł końca, zatem zgodnie doszliśmy do wniosku: do zobaczenia i usłyszenia za rok, na jubileuszowych dziesiątych bieszczadzkich spotkaniach dyskusyj-

nych (w dniach 8–12 czerwca 2005).

Jak przystało na wieloletnią tradycję, Maria Inglot-Siemaszko przedstawiła na zakończenie spotkania swój nowy wiersz...

Adam Michalec

Wierszyk po konferencji Astrofizyka...

O Królestwo Astronomii!

o... skupisko głów uczonych... myśl za myślą sprawnie goni język... dla wtajemniczonych.

Mówiąc krótko... długo snują wątek o zjawiskach nieba gdy jedzą — też dyskutują pasztet myjąc z kromką chleba...

Życzliwości atmosfera i skupienie nad istotą sprawia,

że ochota wzbiera wybrać Jasność!

Precz z ślepotą na uroki krajobrazu... i rozkosze podniebienia A z duchowego przekazu niech się wiedza w mądrość zmienia.

Słońce plami swoją tarczę...

...My dajemy różne plamy...

Mimo przeszkód i obarczeń za rok znowu się spotkamy!

Maria Inglot-Siemaszko



Gospodarze i uczestnicy IX spotkań dyskusyjnych w Dwerniczku na Rusinowej Polanie, przed budynkiem Gawry

XXXII Zjazd Towarzystwa Obserwatorów Słońca

7–8 sierpnia 2004 roku odbył się XXXII Zjazd członków i sympatyków Towarzystwa Obserwatorów Słońca, w którym wzięło udział 40 osób. Zjazd składał się z dwóch części. I część — Naukowa Sesja Astronomiczna odbyła się 7 sierpnia w Dąbrowie Górnictwa przy Dąbrowskim Kole Miłośników Astronomii. Natomiast część II — Walne Zebranie Członków TOS — 8 sierpnia tradycyjnie w Żarkach Letnisku, gdzie stoi Słoneczne Obserwatorium Astronomiczne.

Towarzystwo Obserwatorów Słońca im. Wacława Szymańskiego z siedzibą w Żychlinie istnieje od 1981 r. i jest samodzielną organizacją, której celem jest obserwacja plam słonecznych i pochodni fotosferycznych. Do TOS należą osoby prowadzące obserwacje Słońca i przesyłające z nich dane. Natomiast Dąbrowskie Koło Miłośników Astronomii im. Stanisława Brzostkiewicza przy Zespole Szkół nr 1 powstało w 1998 r. Od 2003 r. posiada własne obserwatorium — koplę z największym w Polsce miłośniczym teleskopem o 0,5-m średnicy lustra głównego ($f = 7094$ mm). W planach jest budowa planetarium i radioteleskopu o 2 m czaszy anteny.

Dąbrowskie Koło Miłośników Astronomii i TOS nawiązało ze sobą współpracę, a co za tym idzie w Dąbrowskim Obserwatorium będą prowadzone obserwacje Słońca, jak też odbywać się coroczne Zjazdy TOS. TOS w ten sposób

po kilkunastu latach wraca do swych korzeni, gdyż dawniej zjazdy rozpoczęły się w tej miejscowości, gdzie także mieściła się siedziba Sekcji Obserwacji Słońca.

Naukowa Sesja Astronomiczna trwała od godz. 12:00 do 16:15. W jej ramach wygłoszono przemówienia, wykłady i referaty na tematy głównie związane ze Słońcem, ale także z przejściemi Wenus i Merkurego, aparaturą do wyświetlania sztucznego nieba, historią powstania i budowy Dąbrowskiego Obserwatorium i Koła Astronomicznego

fragment mocno powiększonego rzutu Słońca. Bez problemów widzieliśmy poszczególne granule, pochodzące i struktury grup. W spotkaniu uczestniczyło 35 osób.

Na II część zjazdu do Żarek Letniska udało się 17 osób, gdzie następnego dnia o godz. 10:00 u państwa Szymańskich zwiedziliśmy słoneczne obserwatorium, a od godz. 10:45 do 11:45 uczestniczyliśmy w Walnym Zebraniu TOS. Został odczytany protokół z zesłorocznego Walnego Zebrania oraz sprawozdania: kasowe, rewizyjne

i z działalnością Towarzystwa. W sprawach różnych poruszczone kwestie prowadzenia kompleksowych obserwacji Słońca. Walne Zebranie zakończyliśmy wspólnym zdjęciem naszej 22-osobowej słonecznej grupy, wśród której byli następujący członkowie TOS: Krzysztof Wydra, Krzysztof Szatkowski, Grzegorz Dałek, Jerzy Dudało, Łucja Szymańska

ska, Paweł Musalski, Krystyna Jaskulska, Piotr Wirkus, Piotr Urbański, Zbigniew Ziolkowski. Był też czas na rozmowy i lepsze zapoznanie się uczestników. Zjazd zakończono o godz. 13:00.

Następny XXXIII Zjazd Towarzystwa Obserwatorów Słońca jest planowany za rok w Dąbrowie Górnictwa i w Żarkach Letnisku. Chętnych zapraszamy do współpracy w obserwacjach Słońca.

Piotr Wirkus, Krystyna Jaskulska



oraz ogólnie astronomiczne. Głos zabrali następujące osoby: Dariusz W. Nelle, Maciej Wójcik, Prezydent Miasta Dąbrowy Górnictwa mgr Jerzy Tarczowski, Stefan Janta ze Śląskiego Planetarium, przewodniczący TOS Piotr Urbański, dr Maria Pańkow, członek Zarządu TOS Krzysztof Szatkowski i Jan Desselberger z Radia Katowice.

Po sesji do godz. 17:00 zwiedzaliśmy Dąbrowskie Obserwatorium. Dzięki 0,5-m teleskopowi na ekranie ujrzaliśmy

Konferencja Meteorytowa, Poznań 2004

W dniach 25–26 września 2004 r. w Instytucie Geologii na Uniwersytecie im. Adama Mickiewicza w Poznaniu odbyła się Konferencja Meteorytowa oraz Walne Zebranie członków Polskiego Towarzystwa Meteorytowego. Bezpośrednimi organizatorami tegoż spotkania byli prof. dr hab. Wojciech Stankowski i prof. dr hab. Andrzej Muszyński z UAM oraz prof. dr hab. Łukasz Karwowski i Jarosław Bandrowski z PTM.

W sobotni poranek konferencję otworzyli prof. dr hab. W. Stankowski i prof. dr hab. Ł. Karwowski, którzy bardzo ciepło powitali przybyłych uczestników i gości oraz pokróćce przedstawili plan działań na najbliższe dwa dni.

Następnie rozpoczęła się sesja referatowa, której przewodzili kolejno: dr Jadwiga Biała, oraz profesorowie: Andrzej Muszyński, Łukasz Karwowski

i Wojciech Stankowski. Prezentowane referaty budziły duże zainteresowanie, niektóre wywoływały ożywione dyskusje, a nawet drobne kontrowersje, ale wszystkie były niezwykle ciekawe i godne uwagi. Przedstawiono m.in. najnowsze wyniki badań dotyczące obszaru spadku meteorytu Morasko, w tym nowe propozycje i teorie odnośnie genezy zagłębień obecnych na tym terenie oraz elips rozrzutu (Wojciech

Stankowski, Andrzej Muszyński, Wiesław Czajka, Krzysztof Socha). Padło kilka słów na temat samego meteorytu Morasko oraz opisano wstępnie nowy polski meteoryt — Jankowo Dolne (Łukasz Karwowski, Agnieszka Gurdziel). Przeanalizowano budowę okolicy Obornik Wielkopolskich pod względem zawartości metalicznych sferul (Wojciech Stankowski). Ponadto prelegenci niezwykle ciekawie wypowiadali się na temat pierwotnych achondrytów enstatytowych (Andrzej Pilski) oraz teorii pochodzenia tektytów (Andrzej Kotowiecki). Było także trochę historii dotyczącej badań krateru Barringer (Jadwiga Biała), referat na temat hipotetycznego krateru na wyspie Wolin (Andrzej Kotowiecki) oraz „słów kilka o swych meteorytach” wypowiedzianych przez pana Kazimierza Mazurka.

Po smacznym posiłku, syci i zadowoleni przeszliśmy do następnego punktu programu, a mianowicie do ciągu dalszego sesji referatowej oraz do sesji plakatowej. Ta ostatnia cieszyła się nie mniejszym zainteresowaniem uczestników. Autorzy plakatów (Leszek Chróst, Wiesław Czajka) odpowiadali bezpośrednio na pytania oraz rozwiewali wątpliwości (lub nie), jakie zaległy się w umysłach słuchaczy i obserwatorów.

Przez cały czas trwania konferencji można było oglądać i podziwiać meteoryty ze zbiorów m.in. pana Krzysztofa Sochy.

Kolejnym punktem programu było Walne Zebranie Członków PTM, które

przebiegało bez większych zakłóceń i w miliej atmosferze. Rozliczono się z działań przeszłych i zaplanowano przyszłe. Szczególnie sympatyczne punkty tego spotkania to: wręczenie legitymacji członkowskich nowym członkom PTM oraz przyjęcie z rąk Roberta Czerniakowskiego i Piotra Szyngiery, przedstawiciela firmy V2 Militaria z Wrocławia wykrywacza metali, będącego prezentem dla naszego Towarzystwa.

Warto dodać, że każdy z uczestników konferencji otrzymał bezpłatnie wydawnictwo zawierające zbiór referatów z II Seminarium Meteorytowego — Olsztyn 2003, które było jednocześnie pierwszym (a szykuje się już kolejne, właśnie z Poznania) takim wydawnictwem PTM.

Po wszystkim udaliśmy się na „wieczorek integracyjny” przy lampkach wina (zwany oficjalnie „spotkaniem towarzyskim”), który przebiegał w nad wyraz sielankowej i przyjacielskiej atmosferze. Wszczynano interesujące dysputy i spory, wymieniano poglądy, oddawano się wspomnieniom, oglądano i podziwiano meteoryty z prywatnych zbiorów, w tym te najnowsze, znalezione przez Mateusza Szyszkę.

Na niedzielny poranek zaplanowano wycieczkę po Rezerwacie Meteorytu Morasko. Przewodnicy w osobach prof. dr hab. Wojciech Stankowski oraz prof. dr hab. Andrzej Muszyński w towarzystwie córki leśniczego, pani Darii Napierały, w niezwykle ciekawy i wyczerpujący sposób zasypywali nas



Meteoryt Jankowo Dolne

informacjami na temat m.in. budowy, historii i genezy powstania tego miejsca oraz licznymi ciekawostkami z nim związanymi.

Do grona przewodników dołączył również Krzysztof Socha, poszerzając teren zwiedzania o jeszcze jedno miejsce, poza obszarem rezerwatu, gdzie znajdowało się zagłębienie w ziemi o niewyjaśnienej genezie.

Ponadto podczas wycieczki uczestnicy mieli szansę zapoznać się z działaniem sprzętu do wykrywania metali firmy V2 Militaria. Sprzęt działał, o czym dobrze przekonaliśmy się, gdy we wskazanym przez instrument miejscu wygrzebanie z ziemi... gwoźdz.

W międzyczasie cały czas aktywnie i niestrudzenie działały poszukiwacze meteorytów (m.in. z Meteorytowej Grupy Poszukiwawczej, w osobach Roberta Mularczyka, Artura Janusa, Filipa Antczaka i innych, oraz gościnnie Agnieszki Gurdziel), którzy pieczętowali i z dużym zapałem penetrowali okolice Moraska, zawzięcie wymachując wykrywaczami metali oraz żywiołowo kopiąc dołki (następnie sumiennie je zakopując).

Efektem wielogodzinnych poszukiwań, poza gwoździami, podkowami, minami (?!), itd., było wygrzebanie kilku „podejrzanych” o kosmiczne pochodzenie obiektów.

Około południa wycieczka, jak i całe spotkanie dobiegły końca. Pożegnano się w niezwykle przyjaznej atmosferze, jużawczasumawiając się na kolejny taki zjazd. Tak więc, jak poinformowała nas dr Jadwiga Biała, kolejna możliwość oficjalnego spotkania będzie możliwa na III Seminarium Meteorytowym w Olsztynie, którego datę wstępnie ustalono na 21–22 kwietnia 2005 r.

*Agnieszka Gurdziel,
Karolina Kruczkowska*



Uczestnicy Konferencji na terenie Rezerwatu Morasko. Fot. Jarosław Bandurowski

Słońce i inne gwiazdy

Nie ma nic prostszego niż gwiazda...

A. Eddington, *The Internal Constitution of the Stars*, 1926

Od niepamiętnych czasów niebo i zachodzące na nim zjawiska budziły duże zainteresowanie. Już w czasach przedhistorycznych zauważono, że widzimy sferę gwiazd stałych i kilka obiektów (Słońce, Księżyc i 5 planet) zmieniających położenie na tle gwiazd a niekiedy i jasność. Meteory i komety uznano za zjawiska zachodzące w atmosferze Ziemi (w tzw. sferze podksiążycowej). Poglądu o niezmienności gwiazd nie podważyły nieliczne obserwacje gwiazd supernowych (w latach 1054, 1562, 1604). Po prostu było ich niewiele i zdarzały się w dość dużych odstępach czasowych. Jako pierwszy zmienność blasku jednej z gwiazd (Mira Ceti) zauważył David Fabricius w 1596 r. Odkrycie poszło w zapomnienie i zmienność blasku Miry odkrył ponownie Richard Holward w 1638 r. Do końca XVIII w. astronomowie znali jedynie 8 gwiazd zmiennych. Ruchy własne gwiazd zauważono jeszcze później (Edmond Halley, 1718 r.). Przekonanie o niezmienności gwiazd mogło utrzymać się tak długo, gdyż większość procesów w gwiazdach odbywa się w skali czasowej znacznie dłuższej od czasu istnienia gatunku homo sapiens.

Jest rzeczą oczywistą, że badanie gwiazd zaczynamy od Słońca, gwiazdy nam najbliższej (następna w skali odległości Proxima Centauri znajduje się ok. 26 000 razy dalej). Dla uzyskania istotnych danych o Słońcu musimy znać odległość Ziemia—Słońce oraz kilka parametrów układu Ziemia—Księżyc (ramka).

Zapisujemy III prawo Keplera (znane od 1619 r.) dla układu Ziemia (z Księżykiem) — Słońce i dla układu Ziemia—Księżyca:

$$T_K^2 = \frac{4\pi^2}{G(m_z + m_K)} a_K^3 \quad T_z^2 = \frac{4\pi^2}{G(M_s + m_z)} a_z^3$$

i z układu tych równań (w pierwszym równaniu pomijamy masę Ziemi) wyznaczamy masę Słońca M_s

$$M_s = (m_z + m_K) \left(\frac{a_z}{a_K} \right)^3 \left(\frac{T_K}{T_z} \right)^2 - m_z$$

Po podstawieniu danych liczbowych mamy:

$$M_s = 1,99 \cdot 10^{30} \text{ kg}$$

Średnica kątowa Słońca daje się łatwo zmierzyć. Znając odległość Ziemia—Słońce, obliczamy promień liniowy Słońca i jego średnią gęstość.

$$R_s = 696 \ 000 \text{ km} \quad \rho_{\text{sr}} = 1,41 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$$

Niezbędne jest wyznaczenie stałej słonecznej (ilości energii promieniowania słonecznego padającego prostopadle na powierzchnię 1 m² w odległości 1 j.a. od Słońca).

$$S = 1,36 \cdot 10^3 \text{ J m}^{-2} \text{ s}^{-1}$$

Wartość stałej słonecznej można (oczywiście z ograniczoną dokładnością) wyznaczyć nawet w warunkach szkolnych [4].

Mnożąc wartość stałej słonecznej przez pole powierzchni sfery o promieniu 1 j.a., otrzymujemy całkowitą moc promieniowania Słońca:

$$L_s = 4\pi a_z^2 S = 3,82 \cdot 10^{26} \text{ W}$$

Ten wynik pozwala z kolei na obliczenie temperatury powierzchniowej Słońca. Możemy to zrobić, korzystając ze sformułowanego w 1884 r. prawa Stefana-Boltzmannia:

$$E = \sigma T^4 \Rightarrow T = \sqrt[4]{\frac{E}{\sigma}} = 5770 \text{ K}$$

Wyznaczona w ten sposób temperatura nosi nazwę *temperatury efektywnej*. Można również posłużyć się prawem Wiena (*temperatura Wienna*), pomocą stosunku natężeń widma ciągłego w dwóch różnych barwach (*temperatura barwna*) oraz skorzystać z prawa Boltzmannia i Sahy (*temperatura ionizacyjna*) a także z dopplerowskiego poszerzenia linii widmowych (*temperatura kinetyczna*). Uzyskujemy wyniki zbliżone, ale nie identyczne.

Ponadto badania widma promieniowania słonecznego (zapoczętkowane przez Josepha Fraunhofera w 1814 r.) dostarczają nam informacji o składzie chemicznym powierzchniowej warstwy Słońca (fotosfery).

Z badań geologicznych wynika jednoznacznie, że wiek Ziemi wynosi ok. 4,5 mld lat. Wynika też, że w tym okresie Słońce promieniowało z mocą prawie identyczną jak obecnie. Już w latach 30. ubiegłego wieku stało się jasne, że zdolnymi do zapewnienia tak wydajnej produkcji energii są reakcje jądrowe [5]. W jaki sposób może się to odbywać, pokazał w 1939 r. Hans Bethe (synteza jądra helu z czterech jader wodoru).

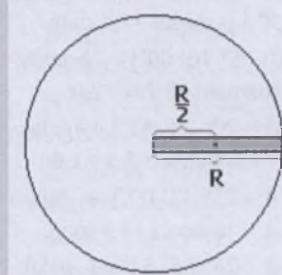
Jest chyba oczywiste, że temperatura wewnętrznych warstw Słońca powinna być znacznie wyższa od powierzchniowej, aby występowanie reakcji syntezy helu było możliwe. Czy potrafimy cokolwiek powiedzieć o temperaturze (i in-

Kluczową dla naszych rozważań odległość Ziemia—Słońce udało się wyznaczyć dopiero w 1672 r. (pomiary paralaksy Marsa). Uzyskany wynik to $138 \cdot 10^6 \text{ km}$. Nieco dokładniejszy wynik ($153,5 \cdot 10^6$) uzyskano w 1761 r. z obserwacji przejścia Wenus na tle tarczy Słońca. Opisaliśmy to w [1]. Dziś, dzięki pomiarom radiolokacyjnym, znamy tę odległość znacznie lepiej. Obecnie przyjmowana wartość to $149 \ 597 \ 870,691 \text{ km}$.

Masę Ziemi obliczono bezpośrednio z prawa powszechnego ciążenia po wyznaczeniu w 1798 r. wartości liczbowej stałej grawitacji przez Henry Cavendisha.

Nieco trudniej jest z wyznaczeniem masy Księżyca. Ziemia obiega Słońce nie samodzielnie, ale wraz o okrążającym ją Księżycem. Gdy Księżyce w swoim ruchu wokół Słońca wyprzedza Ziemię, prędkość Ziemi nieco się zmniejsza. Gdy Ziemia wyprzedza Księżyca, wówczas nieco zwalnia. Pozwala to (obliczeń tu nie przyjmujemy) wyznaczyć stosunek mas Ziemi i Księżyca, a tym samym masę Księżyca [2]. Odległość Księżyca wyznacza się łatwo metodą paralaks [3].

nych warunkach) we wnętrzu Słońca? Okazuje się, że tak. Oczywiście nie na podstawie bezpośrednich pomiarów czy obserwacji. W bardzo wysokiej temperaturze wnętrza Słońca jego materia powinna być w stanie gazowym.Więcej, powinien to być gaz zjonizowany, czyli plazma. Obliczenia, które teraz przeprowadzimy, będą bardzo uproszczone. Mimo to uzyskane wyniki niezbyt odbiegają od uzyskanych bardziej wyrafinowanymi metodami. Olbrzymia masa Słońca tworzy bardzo silne pole grawitacyjne, pod działaniem którego kula gazowa powinna się kurczyć. Dlaczego tak się nie dzieje? Ponieważ gorąca plazma tworzy ciśnienie równoważące siły grawitacji. Możemy powiedzieć: gwiazda jest to kula plazmy w równowadze hydrostatycznej. Definicja będzie pełniejsza, jeśli dodamy: w której centrum zachodzą reakcje termojądrowe.



Rys. 1

Obliczymy ciśnienie wywołane siłami grawitacji w środku tej kuli. Wyobraźmy sobie słup plazmy o przekroju poprzecznym 1 m^2 i o wysokości równej promieniowi Słońca (rys. 1). Ciśnienie grawitacyjne w środku Słońca jest równe ciężarowi tego słupa plazmy. Obliczymy je z prawa powszechnego ciążenia, w którym za M przyjmiemy masę Słońca, za m — masę naszego słupa:

$$m = \rho_{sr} R$$

$$p = G \frac{M \rho_{sr} R}{\left(\frac{R}{2}\right)^2} = 4G \frac{\rho_{sr} M}{R}$$

Ciśnienie plazmy możemy obliczyć z równania Clapeyrona zapisanego w postaci:

$$p = \frac{A}{\mu} \rho T$$

gdzie

A — uniwersalna stała gazowa,

m — masa cząsteczkowa gazu.

Warunek równowagi będzie miał postać:

$$\frac{A}{\mu} \rho T = 4G \frac{\rho_{sr} M}{R}$$

Dość arbitralnie przyjmiemy, że $\rho = 4\rho_{sr}$. Wówczas

$$T = \frac{\mu GM}{AR} \cong 14 \cdot 10^6 \text{ K}$$

Przyjęliśmy tutaj $\mu = 0,6$. Gdyby Słońce składało się wyłącznie z wodoru, wówczas μ wynosiłoby 0,5 (w stanie zjonizowanym każdy atom wodoru to dwie cząstki — proton i elektron). A znany nam skład chemiczny Słońca to 73% wodoru, 25% helu i 2% innych pierwiastków.

Mimo zastosowanych uproszczeń wynik jest bardzo dobry. Właśnie taka temperatura jest niezbędna, aby mogły wystąpić reakcje syntezy wodoru w hel. Więcej o budowie we-

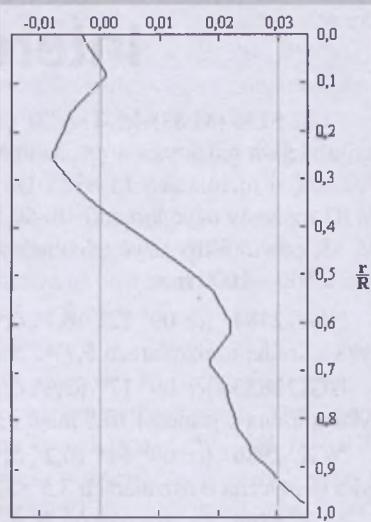
wnętrznej Słońca możemy powiedzieć, konstruując jego matematyczny model. Nie przytaczamy go tutaj, ponieważ są to równania różniczkowe, zupełnie nieznane naszym uczniom [6]. Rozwiążania tych równań dają nam m. in. przebieg funkcji $p(r)$, $M(r)$, $L(r)$ i $T(r)$. Czy uzyskane wyniki są zgodne z rzeczywistością? Do niedawna sprawdzenie wydawało się niemożliwe. Możliwość sprawdzenia pojawiła się na początku lat 80 ub. wieku. Nosi ona nazwę heliosejsmologii. Wiąże się ona z odkrytymi oscylacjami słonecznymi. Wykryte drgania są to fale stojące w materii słonecznej. Analiza tych drgań pozwala na zbadanie wnętrza Słońca. Okazuje się, że wyniki uzyskane przez heliosejsmologów prawie nie różnią się od uzyskanych z modelem. Jedynie dla warstw powierzchniowych (dla $r > 0,9R_\odot$) różnią się one o więcej niż 3% (rys. 2). Model Słońca okazał się poprawny.

Badania innych „słońc” mogły się zacząć dopiero po 1838 r., kiedy to Friedrichowi Besselowi udaje się zmierzyć paralaksę pierwszej gwiazdy (61 Cygni). W przeciągu niepełnego roku Wasilij Struve i Thomas Henderson uzyskują paralaksy dwóch kolejnych (α Lyrae i α Centauri). Badania niewątpliwie bardziej trudne i wymagające opracowania nowych technik obserwacyjnych. Pisałem o nich m. in. w [8], [9], [10] i [11].

Juliusz Domański

Literatura

- [1] Domański J., Štefl V., *Bogini po przejściach*, Fizyka w Szkole 4/2004.
- [2] Kreiner J., *Astronomia z astrofizyką*, PWN, Warszawa 1988.
- [3] Domański J., *Jak daleko stąd do Księżyca?*, Postępy Astronomii 1/1994.
- [4] Domański J., *Wyznaczanie temperatury Słońca*, Fizyka w Szkole 3/1991.
- [5] Eddington A., *Stars and Atoms*, New Haven, 1927.
- [6] Kubiak M., *Gwiazdy i materia międzygwiazdowa*, PWN, Warszawa 1994.
- [7] Dziembowski W., *Obserwacje wnętrza Słońca*, Urania — Postępy Astronomii 4/1998.
- [8] Domański J., *Pisia gwiazda na lekcjach astrofizyki*, Urania — Postępy Astronomii 3/1998.
- [9] Domański J., *Magnitudo, a co to takiego*, Urania — Postępy Astronomii 6/1998.
- [10] Domański J., *Widma gwiazd, dlaczego takie są?* Urania — Postępy Astronomii 5/1998.
- [11] Domański J., *Diagram H-R*, Urania — Postępy Astronomii 3/2004.



Rys. 2

Interesujące obiekty: Hydra

NGC 5236 (M 83) [$\alpha: 13^{\text{h}} 37^{\text{m}} 00,2^{\text{s}}$, $\delta: -29^{\circ} 52' 04''$] — najjaśniejsza galaktyka w gwiazdozbiorze Hydry o jasności 7,5 mag. i rozmiarach $13' \times 12'$. Do obserwacji wizualnych M 83 możemy użyć lornetki 10×50 lub 20×60. Fotografując M 83, powinniśmy użyć teleobiektywu o ogniskowej z zakresem 500—1000 mm.

NGC 2784 [$\alpha: 09^{\text{h}} 12^{\text{m}} 18,7^{\text{s}}$, $\delta: -24^{\circ} 10' 22''$] — galaktyka spiralna o rozmiarach $5,7' \times 2,5'$ i jasności 10,2 mag.

NGC 2835 [$\alpha: 09^{\text{h}} 17^{\text{m}} 52,9^{\text{s}}$, $\delta: -22^{\circ} 21' 20''$] — galaktyka spiralna o jasności 10,5 mag. i rozmiarach $6,3' \times 4,2'$.

NGC 2986 [$\alpha: 09^{\text{h}} 44^{\text{m}} 16,2^{\text{s}}$, $\delta: -21^{\circ} 16' 42''$] — galaktyka eliptyczna o rozmiarach $3,5' \times 3,0'$ i jasności 10,8 mag.

NGC 3109 [$\alpha: 10^{\text{h}} 03^{\text{m}} 06,7^{\text{s}}$, $\delta: -26^{\circ} 09' 32''$] — galaktyka nieregularna o jasności 9,9 mag. i rozmiarach $20' \times 3'$.

NGC 3585 [$\alpha: 11^{\text{h}} 13^{\text{m}} 16,8^{\text{s}}$, $\delta: -26^{\circ} 45' 20''$] — galaktyka o rozmiarach $5,2' \times 3,1'$ i jasności 9,9 mag.

NGC 3621 [$\alpha: 11^{\text{h}} 18^{\text{m}} 16,8^{\text{s}}$, $\delta: -32^{\circ} 48' 48''$] — galaktyka o rozmiarach $12' \times 6'$ i jasności 9,7 mag.

NGC 3904 [$\alpha: 11^{\text{h}} 49^{\text{m}} 13,2^{\text{s}}$, $\delta: -29^{\circ} 16' 34''$] — galaktyka o jasności 10,9 mag. i rozmiarach $2,7' \times 2,0'$.

NGC 3923 [$\alpha: 11^{\text{h}} 51^{\text{m}} 02,1^{\text{s}}$, $\delta: -28^{\circ} 48' 23''$] — galaktyka o jasności 9,8 mag. i rozmiarach $6,6' \times 4,5'$.

NGC 4105 [$\alpha: 12^{\text{h}} 06^{\text{m}} 40,6^{\text{s}}$, $\delta: -29^{\circ} 45' 41''$] — galaktyka o rozmiarach $2,8' \times 2,1'$ i jasności 10,6 mag.

NGC 5061 [$\alpha: 13^{\text{h}} 18^{\text{m}} 04,8^{\text{s}}$, $\delta: -26^{\circ} 50' 10''$] — galaktyka eliptyczna o rozmiarach $3,5' \times 2,9'$ i jasności 10,4 mag.

NGC 5101 [$\alpha: 13^{\text{h}} 21^{\text{m}} 46,7^{\text{s}}$, $\delta: -27^{\circ} 25' 53''$] — galaktyka spiralna o rozmiarach $5,7' \times 4,7'$ i jasności 10,6 mag.

Do obserwacji wizualnych powyższej grupy galaktyk będzie odpowiedni teleskop o średnicy 100—150 mm i powiększeniu 50—100 razy. W przypadku fotografowania powinniśmy użyć teleskopu o średnicy z zakresu 150—200 mm i ogniskowej wynoszącej 1500—3000 mm.

NGC 2695 [$\alpha: 08^{\text{h}} 54^{\text{m}} 27,1^{\text{s}}$, $\delta: -3^{\circ} 04' 03''$] — galaktyka o jasności 11,9 mag. i rozmiarach $1,7' \times 1,2'$.

NGC 2713 [$\alpha: 08^{\text{h}} 57^{\text{m}} 20,6^{\text{s}}$, $\delta: +2^{\circ} 55' 20''$] — galaktyka spiralna o rozmiarach $3,3' \times 1,3'$ i jasności 11,8 mag.

NGC 2716 [$\alpha: 08^{\text{h}} 57^{\text{m}} 36,1^{\text{s}}$, $\delta: +3^{\circ} 05' 26''$] — galaktyka spiralna o rozmiarach $1,6' \times 1,2'$ i jasności 11,8 mag.

NGC 2718 [$\alpha: 08^{\text{h}} 58^{\text{m}} 50,6^{\text{s}}$, $\delta: +6^{\circ} 17' 36''$] — galaktyka spiralna o jasności 11,8 mag. i rozmiarach $2,1' \times 2,1'$.

NGC 2781 [$\alpha: 09^{\text{h}} 11^{\text{m}} 27,5^{\text{s}}$, $\delta: -14^{\circ} 49' 00''$] — galaktyka o jasności 11,6 mag. i rozmiarach $3,1' \times 1,8'$.

NGC 2811 [$\alpha: 09^{\text{h}} 16^{\text{m}} 11,2^{\text{s}}$, $\delta: -16^{\circ} 18' 47''$] — galaktyka spiralna o rozmiarach $2,2' \times 0,7'$ i jasności 11,3 mag.

NGC 2815 [$\alpha: 09^{\text{h}} 16^{\text{m}} 19,6^{\text{s}}$, $\delta: -23^{\circ} 38' 04''$] — galaktyka spiralna o rozmiarach $3,5' \times 1,1'$ i jasności 11,9 mag.

NGC 2848 [$\alpha: 09^{\text{h}} 20^{\text{m}} 09,6^{\text{s}}$, $\delta: -16^{\circ} 31' 33''$] — galaktyka spiralna o jasności 11,8 mag. i rozmiarach $2,5' \times 1,5'$.

NGC 2855 [$\alpha: 09^{\text{h}} 21^{\text{m}} 27,5^{\text{s}}$, $\delta: -11^{\circ} 54' 34''$] — galaktyka eliptyczna o rozmiarach $2,4' \times 1,9'$ i jasności 11,6 mag.

NGC 2865 [$\alpha: 09^{\text{h}} 23^{\text{m}} 30,7^{\text{s}}$, $\delta: -23^{\circ} 09' 48''$] — galaktyka eliptyczna o jasności 11,7 mag. i rozmiarach $2,5' \times 1,8'$.

NGC 2889 [$\alpha: 09^{\text{h}} 27^{\text{m}} 12,6^{\text{s}}$, $\delta: -11^{\circ} 38' 37''$] — galaktyka spiralna o rozmiarach $2,3' \times 1,9'$ i jasności 11,7 mag.

NGC 2907 [$\alpha: 09^{\text{h}} 31^{\text{m}} 36,6^{\text{s}}$, $\delta: -16^{\circ} 44' 09''$] — galaktyka spiralna o rozmiarach $2,0' \times 1,2'$ i jasności 11,6 mag.

NGC 2935 [$\alpha: 09^{\text{h}} 36^{\text{m}} 44,6^{\text{s}}$, $\delta: -21^{\circ} 07' 41''$] — galaktyka spiralna o rozmiarach $3,7' \times 2,8'$ i jasności 11,4 mag.

NGC 2962 [$\alpha: 09^{\text{h}} 40^{\text{m}} 54,0^{\text{s}}$, $\delta: +5^{\circ} 10' 00''$] — galaktyka spiralna o jasności 11,9 mag. i rozmiarach $2,6' \times 2,0'$.

NGC 2983 [$\alpha: 09^{\text{h}} 43^{\text{m}} 40,8^{\text{s}}$, $\delta: -20^{\circ} 28' 41''$] — galaktyka spiralna o jasności 11,8 mag. i rozmiarach $2,5' \times 1,4'$.

NGC 3054 [$\alpha: 09^{\text{h}} 54^{\text{m}} 28,9^{\text{s}}$, $\delta: -25^{\circ} 42' 09''$] — galaktyka spiralna o rozmiarach $3,8' \times 2,4'$ i jasności 11,8 mag.

NGC 3078 [$\alpha: 09^{\text{h}} 58^{\text{m}} 24,5^{\text{s}}$, $\delta: -26^{\circ} 55' 34''$] — galaktyka eliptyczna o rozmiarach $2,7' \times 2,3'$ i jasności 11,1 mag.

NGC 3091 [$\alpha: 10^{\text{h}} 00^{\text{m}} 13,8^{\text{s}}$, $\delta: -19^{\circ} 38' 13''$] — galaktyka eliptyczna o rozmiarach $3,0' \times 1,9'$ i jasności 11,1 mag.

NGC 3145 [$\alpha: 10^{\text{h}} 10^{\text{m}} 09,9^{\text{s}}$, $\delta: -12^{\circ} 26' 01''$] — galaktyka spiralna o jasności 11,7 mag. i rozmiarach $3,0' \times 1,6'$.

NGC 3308 [$\alpha: 10^{\text{h}} 36^{\text{m}} 22,3^{\text{s}}$, $\delta: -27^{\circ} 26' 16''$] — galaktyka o jasności 11,9 mag. i rozmiarach $1,7' \times 1,3'$.

NGC 3312 [$\alpha: 10^{\text{h}} 37^{\text{m}} 02,3^{\text{s}}$, $\delta: -27^{\circ} 33' 53''$] — galaktyka o rozmiarach $3,3' \times 1,2'$ i jasności 11,9 mag.

NGC 3313 [$\alpha: 10^{\text{h}} 37^{\text{m}} 25,5^{\text{s}}$, $\delta: -25^{\circ} 19' 05''$] — galaktyka o jasności 11,4 mag. i rozmiarach $3,9' \times 3,2'$.

NGC 3390 [$\alpha: 10^{\text{h}} 48^{\text{m}} 04,0^{\text{s}}$, $\delta: -31^{\circ} 31' 57''$] — galaktyka spiralna o rozmiarach $3,5' \times 0,6'$ i jasności 11,9 mag.

NGC 3450 [$\alpha: 10^{\text{h}} 48^{\text{m}} 03,9^{\text{s}}$, $\delta: -20^{\circ} 50' 57''$] — galaktyka o rozmiarach $2,6' \times 2,3'$ i jasności 11,9 mag.

NGC 3673 [$\alpha: 11^{\text{h}} 25^{\text{m}} 12,5^{\text{s}}$, $\delta: -26^{\circ} 44' 11''$] — galaktyka o jasności 11,5 mag. i rozmiarach $3,7' \times 2,4'$.

NGC 3717 [$\alpha: 11^{\text{h}} 31^{\text{m}} 31,8^{\text{s}}$, $\delta: -30^{\circ} 18' 27''$] — galaktyka o rozmiarach $6,2' \times 1,0'$ i jasności 11,2 mag.

NGC 3885 [$\alpha: 11^{\text{h}} 46^{\text{m}} 46,6^{\text{s}}$, $\delta: -27^{\circ} 55' 22''$] — galaktyka o rozmiarach $2,7' \times 1,0'$ i jasności 11,9 mag.



NGC 4304 [$\alpha: 12^{\text{h}} 22^{\text{m}} 12,8^{\text{s}}$, $\delta: -33^{\circ} 29' 02''$] — galaktyka o jasności 11,6 mag. i rozmiarach $2,6' \times 2,5'$.

NGC 5042 [$\alpha: 13^{\text{h}} 15^{\text{m}} 30,2^{\text{s}}$, $\delta: -23^{\circ} 59' 02''$] — galaktyka spiralna o rozmiarach $4,2' \times 2,2'$ i jasności 11,8 mag.

NGC 5078 [$\alpha: 13^{\text{h}} 19^{\text{m}} 50,3^{\text{s}}$, $\delta: -27^{\circ} 24' 32''$] — galaktyka spiralna o rozmiarach $20' \times 6'$ i jasności 11,0 mag.

NGC 5085 [$\alpha: 13^{\text{h}} 20^{\text{m}} 18,0^{\text{s}}$, $\delta: -24^{\circ} 26' 25''$] — galaktyka spiralna o jasności 11,3 mag. i rozmiarach $3,5' \times 3,0'$.

NGC 5153 [$\alpha: 13^{\text{h}} 27^{\text{m}} 54,7^{\text{s}}$, $\delta: -29^{\circ} 37' 07''$] — galaktyka o rozmiarach $2,0' \times 1,4'$ i jasności 11,8 mag.

NGC 5328 [$\alpha: 13^{\text{h}} 52^{\text{m}} 53,7^{\text{s}}$, $\delta: -28^{\circ} 29' 16''$] — galaktyka eliptyczna o rozmiarach $1,8' \times 1,2'$ i jasności 11,6 mag.

NGC 5556 [$\alpha: 14^{\text{h}} 20^{\text{m}} 34,0^{\text{s}}$, $\delta: -29^{\circ} 14' 31''$] — galaktyka spiralna o rozmiarach $4,1' \times 3,3'$ i jasności 11,8 mag.

MCG-01-24-001 [$\alpha: 09^{\text{h}} 10^{\text{m}} 48,0^{\text{s}}$, $\delta: -8^{\circ} 54' 00''$] — galaktyka o jasności 11,3 mag. i rozmiarach $4,3' \times 1,0'$.

MCG-01-25-011 [$\alpha: 09^{\text{h}} 38^{\text{m}} 54,0^{\text{s}}$, $\delta: -4^{\circ} 49' 00''$] — galaktyka o jasności 11,0 mag. i rozmiarach $2,0' \times 1,5'$.

IC 4351 [$\alpha: 13^{\text{h}} 57^{\text{m}} 54,1^{\text{s}}$, $\delta: -29^{\circ} 18' 53''$] — galaktyka spiralna o rozmiarach $5,9' \times 0,9'$ i jasności 11,7 mag.

Powyższe galaktyki będziemy mogli zaobserwować za pomocą teleskopu o średnicy 200—250 mm i powiększeniu od 60 do 120 razy. W przypadku fotografowania powinniśmy użyć teleskopu o analogicznej średnicy i efektywnej ogniskowej z zakresu 2000—4000 mm.

M 48 [$\alpha: 08^{\text{h}} 13^{\text{m}} 48,0^{\text{s}}$, $\delta: -5^{\circ} 48' 00''$] — gromada otwarta zawierająca około 80 gwiazd. Jej średnica wynosi $54'$ a jasność 5,8 mag. M 48 możemy zaobserwować za pomocą lornetki 10×50 . Jeśli chcemy wykonać jej zdjęcie, możemy użyć obiektywu fotograficznego o ogniskowej 200—500 mm.

M 68 [$\alpha: 12^{\text{h}} 39^{\text{m}} 28,0^{\text{s}}$, $\delta: -26^{\circ} 44' 34''$] — gromada kulista o średnicy $12'$ i jasności 8,2 mag. Do obserwacji wizualnych będzie odpowiednia lornetka 20×60 lub 25×70 . Natomiast do jej sfotografowania powinniśmy użyć teleobiektywu o ogniskowej 500—1000 mm.

NGC 5694 [$\alpha: 14^{\text{h}} 39^{\text{m}} 36,5^{\text{s}}$, $\delta: -26^{\circ} 32' 18''$] — gromada kulista o średnicy $3,6'$ i jasności 10,2 mag. Jeśli chcemy dostrzec NGC 5694, to powinniśmy dysponować teleskopem o średnicy 100—130 mm i powiększeniu 50—100 razy. Fotografię tej gromady gwiazd będziemy mogli wykonać przy pomocy teleskopu o średnicy 130—150 mm i ogniskowej 1500—2000 mm.

NGC 3242 [$\alpha: 10^{\text{h}} 24^{\text{m}} 48,6^{\text{s}}$, $\delta: -18^{\circ} 38' 14''$] — mgławica planetarna o rozmiarach 422×362 i jasności 8,6 mag. W jej centrum znajduje się gwiazda o jasności 11 mag. W przypadku obserwacji wizualnych powinniśmy użyć teleskopu o średnicy 80—100 mm i powiększeniu 40—80 razy. Fotografię NGC 3242 możemy wykonać za pomocą teleskopu o średnicy 100—150 mm i efektywnej ogniskowej wynoszącej 1500—3000 mm.

Wiesław Skórzyński

Samodzielne wykonywanie obiektywów — czy to możliwe?

Po ukazaniu się w lipcowym numerze URANII-PA mojego artykułu pt. „Własne obserwatorium astronomiczne naprawdę tanim kosztem”, otrzymałem kilka listów oraz wiele telefonów, co świadczy o wywołaniu wśród czytelników zainteresowania tą tematyką. W kierowanej do mnie korespondencji i telefonach oprócz tematu dotyczącego budowy obserwatorium bardzo często pojawiały się pytania, czy jest możliwe samodzielne wykonanie obiektywu do refraktora. Ponieważ to pytanie stawiano mi często, obiecałem, że postaram się szerzej omówić ten temat w następnym artykule.

Otoż proszę Państwa — TAK — to jest możliwe. Wykonałem obliczenia do takich dwusoczewkowych obiektywów aplanatycznych i do dnia dzisiejszego zrobiłem ich 20 sztuk. Z tego 12 obiektywów posiada oprawy z brązu lub mosiądu, a 7 zamontowałem do tubusów i stanowią kompletny refraktor do obserwacji. W dwóch przypadkach zamiast pojedynczego okularu zainstalowałem głowicę sześciokularową na wzór mikroskopu. Pozostałe obiektywy po wykonaniu przeszły sprawdzian jakościowy, zostały sprawdzone praktycznie. Myszę, że posiadacze takich obiektywów mogą mieć wiele satysfakcji z prowadzonych nimi obserwacji nieba.

Jednak wykonanie obliczeń parametrów takiego dwusoczewkowego aplanatu dla przeciętnego wykonawcy (mam na myśli tych, którzy już samodzielnie wykonali zwierciadło

do teleskopu), może nastręczyć wiele trudności. Jeśli nie posiadamy komputerowego programu obliczeniowego, to potrzebny jest dobry kalkulator — przynajmniej dziesięciocyfrowy z funkcjami — znajomość kilkudziesięciu wzorów z optyki oraz bardzo dużo czasu i cierpliwości w pracy.

Ja przez ten etap przeszedłem już wcześniej, dlatego wiem, że tylko nieliczni wytrwali pasjonaci mogą się z tym wyzwaniem zmierzyć, pokonać wszystkie trudności i mieć satysfakcję z wykonanej pracy. Na dowód, że jest to możliwe, powiem, że jestem samoukiem, nie posiadam żadnego wykształcenia z optyki czy matematyki. Moje wykształcenie to wykształcenie średnie, żeby było ciekawiej, plastyczne, natomiast wszystkie potrzebne wiadomości z tego tematu znalazłem w książkach.

Niestety, samo wykonanie teoretycznych obliczeń to dopiero początek schodów. Po wielu latach doświadczeń, początkowo przy wykonywaniu zwierciadeł, później obiektywów do lunet mogę śmiało powiedzieć, że jeśli mnie się udało, to udało się może wielu wytrwałym w tej pracy pasjonatom.

Jakie należy spełnić warunki, by samemu wykonać obiektyw aplanatyczny? Ręcznie w warunkach domowych — bez użycia maszyn — możemy wykonać taki obiektyw o średnicy od 85 do 150 i więcej milimetrów. Mniejsze średnice nie wchodzą w rachubę ze względu na trudności wynikające w kontrolach międzyoperacyjnych, takich jak: pomiar strzał-

ki ugięcia dla poszczególnych powierzchni soczewek oraz klinowatości i centryczności gotowego obiektywu. Większe średnice niż 150 mm są łatwiejsze do wykonania, ale wraz ze wzrostem średnicy wzrasta ogniskowa, maleje światłosiła obiektywu, rosną trudności konstrukcyjne związane z oprawą, tubusem, statywem itp. Przykładowo obiektyw o średnicy 200 mm musiałby mieć ogniskową 4880 mm.

Zanim zdecydujemy się przystąpić do wykonania takiego obiektywu, musimy spełnić następujące warunki:

- być posiadaczem szkła optycznego, najlepiej już gotowych krążków o odpowiedniej średnicy i grubości;
- znać współczynniki załamania dla przynajmniej trzech podstawowych linii widma d, C, F;
- wykonać obliczenia parametrów takiego obiektywu tj.: promień krzywizn poszczególnych powierzchni soczewek, ich grubości mierzone w osi oraz odległość między nimi;
- posiadać przynajmniej sferometr z pierścieniem do pomiaru strzałki ugięcia — wymagana dokładność przynajmniej do 1 tysięcznej mm;
- urządzenie do pomiaru klinowatości soczewek — wymagana dokładność przynajmniej do 1 setnej mm;
- oprzyrządowanie do centrowania obiektywu;
- dobrego tokarza z dobrą, bez luzu, tokarką;
- pieniądze;
- dużo zapału w pracy i wytrwałości.

Gdybyśmy chcieli porównać sposób szlifowania zwierciadła i soczewki — to różnicy nie ma. Natomiast różnica polega na wielokrotnie większym nakładzie pracy przy szlifowaniu soczewek. Szlifując i polerując zwierciadło, mamy do czynienia z jedną powierzchnią, zaś przy szlifowaniu obiektywu mamy do czynienia z czterema powierzchniami, dwiema grubościami i dwiema klinowatościami soczewek. Przy wykonywaniu soczewek bardzo często musimy prowadzić międzyoperacyjne kontrole czynności. Przeoczony nawet niewielki błąd promienia krzywizny w szlifowaniu nie poprawimy polerowaniem. Dopuszczalne tolerancje odchyłek promieni krzywizn czy grubości są bardzo małe i zawierają się zaledwie w tysięcznych lub setnych częściach milimetra.

Przystępując do projektowania i liczenia parametrów obiektywu aplananatycznego mamy do dyspozycji aż 11 możliwości i są to:

- rodzaj szkła (kron, flint) 2 możliwości
- promień krzywizn soczewek (R_1, R_2, R_3, R_4) 4 możliwości
- grubości soczewek (dodatnia, ujemna) 2 możliwości
- odległość między soczewkami 1 możliwość
- stosunek długości promienia 3 do 2 1 możliwość
- stosunek mocy soczewek 2 do 1 1 możliwość

Jak z tego widać i nakład pracy przy wykonywaniu obiektywu będzie odpowiednio większy niż przy wykonywaniu jednej powierzchni zwierciadła. Pisząc o tych trudnościach, nie mam na celu zniechęcenie ewentualnych wykonawców takich obiektywów, ale by przystępując do ich wykonywania mieli oni świadomość tych trudności. Lepiej na początku znać wszystkie problemy, z którymi przyjdzie się zmierzyć, niż w trakcie pracy być zaskoczonym, że to wszystko przekracza nasze możliwości.

Nie wspomniałem jeszcze o jednym dość istotnym, a może najważniejszym problemie — zdobycia odpowiedniego szkła optycznego. W kraju już od wielu lat nie wytwarza się szerokiego asortymentu tego szkła poza szkłem do wyrobu soczewek okularowych. Jeśli uda nam się natrafić na sładowe resztki takiego szkła z wcześniejszych wytopów, to i tak bez posiadania współczynników załamania dla podstawowych linii Fraunhofera nie uda nam się zaprojektować obiektywu.

Za granicami kraju szkło optyczne jest produkowane w wystarczająco szerokim asortymencie, lecz producent nie będzie zainteresowany jego detaliczną sprzedażą. Jak mi wiadomo, do rozmów o transakcji można przystąpić przy zakupie przynajmniej 500 kg jednego asortymentu.

Zatem, być może bardziej opłacalne będzie kupno gotowego obiektywu w oprawie do dalszego samodzielnego majsterkowania lub gotowej lunety.

Myślę, że niniejszy artykuł ułatwi czytelnikom pragnącym mieć własny refraktor podjęcie decyzji, czy samemu zabrać się do wykonania obiektywu, czy kupić gotowy.

Jeśli po przeczytaniu tego artykułu któryś z czytelników będzie miał jeszcze jakieś wątpliwości, to proszę o kontakt ze mną listownie lub telefonicznie, najlepiej wieczorem. Wytrwały zażyczę powodzenia w pracach przy wykonywaniu obiektywu.

Sławomir Bogusz

Mój adres: ul. Łany 5, 24-173 Markusów, tel. (0-81) 88-18-048

POLSKIE TOWARZYSTWO MIŁOŚNIKÓW ASTRONOMII

Zarząd Główny — ul. św. Tomasza 30/7, 31-027 Kraków

tel. 0- (10.)-12 422-38-92

(w najbliższym czasie adres ulegnie zmianie na ul. Miodowa 13/35, 31-055 Kraków)

Poczta elektroniczna (E-mail)
ptma@oa.uj.edu.pl

Szukajcie nas w Internecie pod adresem: www.ptma-zg.astronomia.pl

BPH PBK SA O/Kraków 27 1060 0076
0000 4023 4001 0561

Uprzejmie informujemy wszystkich członków i sympatyków Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii, iż w roku 2005 składka członkowska wynosi 50 zł, natomiast składka ulgowa 40 zł (składka ulgowa przysługuje emerytom, rencistom, studentom, uczniom oraz osobom prenumerującym URA-NIĘ-PA). Ponadto dodatkowo członkowie Sekcji Obserwacji Pozycji i Zakryć płatą 30 zł, a członkowie Sekcji Obserwatorów Komet 25 zł. Osoby wступujące do Towarzystwa opłacają dodatkowo

wpisowe w wysokości 5 zł. W roku 2005 prenumerata całoroczna kosztuje 54 zł, natomiast pojedyncze zeszyty kosztują 10 zł plus koszty przesyłki.

Co daje przynależność do PTMA?

— Przede wszystkim jest się członkiem organizacji o międzynarodowym znaczeniu, skupiającej znane w świecie naukowym osoby.

— Można uczestniczyć czynnie w życiu społeczności astronomicznej, przekazując innym wyniki własnych obserwacji.

— Organizujemy spotkania z interesującymi ludźmi, niejednokrotnie w naszych murach goszczą naukowcy z całego świata.

— Współpracujemy z kilkoma obserwatoriami zarówno amatorskimi, jak i zawodowymi, przez co mamy dostęp do profesjonalnego sprzętu obserwacyjnego dobrej klasy.

— Doradzamy naszym członkom przy zakupie sprzętu obserwacyjnego, a także shużymy wskazówkami przy własnoręcznym jego wykonaniu.

— Polecamy wydawnictwa i publikacje PTMA.

— Można brać udział w pracach Sekcji Obserwacyjnych, imprezach naukowych i wyprawach PTMA.

Na terenie kraju działa 14 oddziałów PTMA, do których można zgłosić się osobiście bądź listownie i zapoznać się z terminami spotkań i odczytów. Poniżej podajemy wykaz oddziałów wraz z adresami i telefonami. W PTMA dla członków działają sekcje problemowe, w których można rozwijać swe zainteresowania.

Oddziały i Sekcje Towarzystwa:

(1) **Białostocki** — Kolonia Księżyno 4 15-601 Białystok
E-mail ptmabialystok@poczta.onet.pl
<http://wburzynski.republika.pl/>

(2) **Gliwicki** — Gliwickie Centrum Organizacji Pozarządowych ul. Jagiellońska 21 44-100 Gliwice
E-mail ptmagliwice@poczta.onet.pl
<http://ptmagliwice.republika.pl/>

(3) **Krakowski** — ul. św. Tomasza 30/7 31-027 Kraków tel. 0-(10.0)-12-422-38-92, spotkania poniedziałki 18.15; jest to także adres Sekcji Obserwatorów Komet, Sekcji Obserwatorów Pozycji i Zakryć
E-mail: krakptma@vistula.wis.pw.edu.pl,
<http://vistula.wis.pw.edu.pl/~ptma>

(4) **Krośnieński** — ul. Lelewela 24/25 38-411 Krośno z listami p. G. Kiełtyki E-mail: ptma_krosno@poczta.wp.pl
<http://free.polbox.pl/w/wacekm/Ptma1.htm>

(5) **Lubelski** — Instytut Fizyki UMCS Plac M. Skłodowskiej Curie 1. po. 260, 20-031 Lublin

E-mail: ptma-lublin@astronomia.pl
<http://www.ptma-lublin.astronomia.pl>

(6) **Łódzki** — Planetarium, ul. Pomorska 16, 91-416 Łódź, tel. 0-(10..)-42-633-13-63
E-mail ptma-lodz@astronomia.pl
<http://ptma-lodz.astronomia.pl>

(7) **Pomorski** — Akademia Marynarki Wojennej w Gdyni, Planetarium Instytutu Nawigacji i Hydrografia Morskiej, ul. Śmidowicza 69, 81-103 Gdynia, tel.(0 - (10) -58- 556-74-26
E-mail trojmiasto@teleskopy.pl
<http://www.astronomia.3miasto.pl/>
ptma/

(8) **Poznański** — DK KRĄG
ul. Dmowskiego 37 61-772 Poznań

(9) **Puławski** — Obserwatorium ul. Filtrowa 50, 24-100 Puławy, tel. 0-(10..)-81-886-49-68
spotkania wtorek i piątek godz. 18, E-mail: oapulawy@poczta.onet.pl

(10) **Szczeciński** — ul. Kusocińskiego 3, 70-237 Szczecin, tel. 0-(10..)-91-422-79-25

<http://www.cosmo.prv.pl>

(11) **Śląski** — Planetarium Śląskie skr. poczt. 10 41-500 Chorzów, tel. 0-(10..)-32-254-63-30

(12) **Toruński** — CAMK o/ Toruń, ul. Rabiańska 8, 87-100 Toruń tel. 0-(10..)-56-622-28-46
spotkania w poniedziałki 17.30
E-mail ptma-torun@astronomia.pl
<http://www.ptma-torun.astronomia.pl>

(13) **Warszawski** — CAMK, ul. Bartycka 18, 00-716 Warszawa, tel. 0-(10..)-22-841-00-41, spotkania w poniedziałki 17.00,
e-mail: ptma-warszawa@astronomia.pl
[http://www.ptma-warszawa.astronomia.pl/](http://www.ptma-warszawa.astronomia.pl)

Jest to również adres Sekcji Gwiazd Zmiennych i Sekcji Obserwatorów Słońca

(14) **Zielonogórski** — Zielonogórskie Centrum Astronomii Uniwersytet Wielkopolski Braniborska, ul. Lubuska 2 65-265 Zielona Góra tel. 0-(10..)-68-20-28-63

Członkowie i sympatycy mogą u nas zamawiać następujące materiały:

1. Obrotowa Mapa Nieba — 6,50 zł

2. Mapa Księżyca z diagramem faz — 6,50 zł

3. Mieczysław Markowski, *Uniwersytet Krakowski jako miejsce duchowych narodzin Mikołaja Kopernika* — 5 zł

4. Janusz Kosinski, *Poradnik Obserwatora Meteorów* — 7 zł

5. Janusz Kosinski i Bartosz Dąbrowski, *Poradnik Obserwatora Słońca* — 9 zł

6. Tomasz Krzyt, *Poradnik Obserwatora Gwiazd Zmiennych* — 9 zł

7. Marek Zawilski i inni, *Poradnik Obserwatora Pozycji i Zakryć* — 14 zł

8. Jacek Kruk, *Dawne stacje Obserwatorium Krakowskiego* — 7 zł

9. Janusz Kosinski, *Zestawienie rojów meteorów* — 8 zł

10. Tomasz Ściążor, *Poradnik Obserwatora Ciał Układu Słonecznego* — 11 zł

11. Tomasz Ściążor — *Kalendarz Astronomiczny na rok 2005* — 20 zł.

Kalendarz wysyłamy od 1 grudnia 2004 r.

W sprawie archiwalnych numerów URANII do roku 1997 prosimy o kontakt.

Ponadto wydajemy Materiały Sekcji Obserwacji Pozycji i Zakryć oraz Biuletyn Naukowy Sekcji Obserwatorów Komet KOMECIARZ. Członkowie odpowiednich Sekcji otrzymują te Biuletyny w ramach składki członkowskiej Sekcji, pozostały mogą je otrzymać za odpłatnością po skontaktowaniu się z ZG PTMA. Również ukazuje się Biuletyn Sekcji Obserwatorów Słońca i Biuletyn Sekcji Obserwatorów Gwiazd Zmiennych. Zainteresowani są proszeni o kontakt z ZG PTMA.

Zamówienia można dokonać, przesyłając pieniądze przekazem pocztowym na adres Zarządu Głównego i wyszczególnić w nim, o jakie pozycje chodzi. Do kosztów zamówienia należy doliczyć ryczałt pocztowy 4 zł (nie dotyczy to pozycji 1 i 2 tzn. mapy obrotowej i mapy Księżyca).



Rok 2005

W roku 2005 wystąpią dwa zaćmienia Słońca: tzw. hybrydowe 8 kwietnia oraz obrączkowe 3 października. Drugie z wymienionych zaćmień będzie można obserwować z niedalekiej Hiszpanii, z Polski widoczne będzie jako zaćmienie częściowe. Dojdzie także do dwóch zaćmień Księżyca: półciemnego 24 kwietnia i częściowego 17 października. Niestety, obydwa te zaćmienia nie będą widoczne w Polsce.

Już 4 lutego będzie można zaobserwować zakrycie najbliższej gwiazdy w gwiazdozbiorze Skorpiona, Antaresa, przez Księżyca.

W 2005 roku do Słońca zbliżą się 24 znane komety, z których jedna (C/2004 Q2 (Machholz)) powinna być widoczna gołym okiem, a obserwacje drugiej (C/2003 T4 (LINEAR)) będzie można wykonywać przez lornetki.

Styczeń

Słońce

Ziemia w swym ruchu po orbicie okołosłonecznej znajduje się najbliżej Słońca 1 stycznia o 22^h , a zatem będzie wtedy w peryhelium w odległości około 147 mil km. Dni stają się coraz dłuższe. W Warszawie 1 stycznia Słońce wschodzi o 6^h45^m , zachodzi o 14^h34^m , a 31 stycznia wschodzi o 6^h18^m , zachodzi o 15^h21^m . W styczniu Słońce wstępuje w znak Wodnika.

Dane dla obserwatorów Słońca (na 0^h czasu UT)

Data	2005	P [°]	B ₀ [°]	L ₀ [°]
	1	2,00	-3,04	13,87
	3	1,03	-3,27	347,53
	5	0,06	-3,50	321,19
	7	-0,91	-3,72	294,85
	9	-1,87	-3,94	268,52
	11	-2,83	-4,15	242,18
	13	-3,78	-4,36	215,85
	15	-4,72	-4,57	189,51
	17	-5,65	-4,76	163,18
	19	-6,57	-4,95	136,84
	21	-7,48	-5,14	110,51
	23	-8,38	-5,32	84,17
	25	-9,26	-5,49	57,84
	27	-10,13	-5,65	31,51
	29	-10,97	-5,81	5,17
	31	-11,81	-5,96	338,84

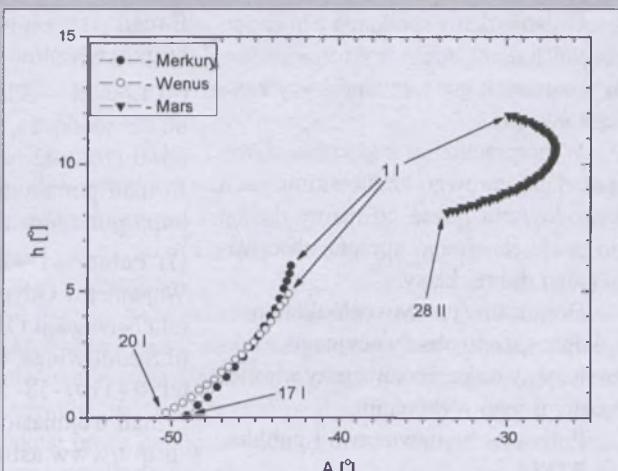
P – kąt odchylenia osi obrotu Słońca mierzony od północnego wierzchołka tarczy;

B_0 , L_0 – heliograficzna szerokość i długość środka tarczy:

$2^{\text{d}}01^{\text{h}}17^{\text{m}}$ oraz $29^{\text{d}}09^{\text{h}}26^{\text{m}}$ — heliograficzna długość środka tarczy wynosi 0° .

Książyc

Bezksięzowe noce będziemy mieli w pierwszej połowie stycznia, bowiem kolejność faz Księżyca jest w tym miesiącu następująca: ostatnia kwadra $3^{\circ}17'46''$, nów $10^{\circ}12'03''$, pierw-



Rys. 1. Merkury, Wenus i Mars nad wschodnim horyzontem (w Warszawie) w styczniu i lutym 2005 na początku świdu cywilnego (około godziny przed wschodem Słońca)

sza kwadra $17^{\text{d}}06^{\text{h}}57^{\text{m}}$ i pełnia $25^{\text{d}}10^{\text{h}}32^{\text{m}}$. W perygeum Księżyca znajdzie się w dniu 10 stycznia o $10^{\text{h}}06^{\text{m}}$, a w apogeum 23 stycznia o $18^{\text{h}}51^{\text{m}}$.

Planety i planetoidy

Na początku stycznia, nad ranem, nisko nad południowo-wschodnim horyzontem, można jeszcze próbować znaleźć **Merkurego**, zbliżającego się na niebie do Słońca po grudniowej maksymalnej elongacji. Jednak już w Nowy Rok, na godzinę przed wschodem Słońca, jest on widoczny na wysokości jedynie 6° , świecąc wtedy z jasnością $-0,3^m$, a w kolejnych dniach warunki jego obserwacji się pogarszają.

Na początku miesiąca, jedynie 1° poniżej Merkurego można dostrzec **Wenus**, świeczącą z jasnością prawie -4^m . Warunki widzialności planety szybko się pogarszają i w połowie miesiąca jej obserwacja staje się niemożliwa.

Również nad ranem, o tej samej porze, można próbować zobaczyć Marsa, jednak wzniósic się on będzie na wysokość jedynie 12° nad południowym horyzontem, co przy jasności zaledwie $1,6^m$ znacznie utrudni jego obserwacje. Planeta znajduje się daleko od Ziemi, toteż nawet w przypadku znalezienia jej przez teleskop, dostrzeżenie jakichkolwiek szczegółów na jej tarczy o średnicy zaledwie $4''$, jest niemożliwe.

W drugiej połowie nocy możemy obserwować Jowisza świecącego w gwiazdozbiorze Panny jako obiekt $-2,0^m$. Przez teleskopy można obserwować zjawiska zachodzące w układzie galileuszowych księżyców planety.

Przez całą noc w gwiazdozbiorze Bliźniąt widoczny jest **Saturn** jako „gwiazda” o jasności $-0,1^m$. W połowie miesiąca, w związku z opozycją, średnica tarczy planety osiąga największą w 2005 r. wielkość wynoszącą prawie $21''$, co ułatwia obserwacje struktury chmur w jej atmosferze. Oczywiście główną „atrakcją” Saturna jest system jego pierścieni, którego główne składowe także są widoczne nawet przez niewielkie teleskopy amatorskie — do dostrzeżenia „Szczeliny Cassiego” wystarczy teleskop o średnicy lustra 10 cm przy powiększeniu 100 \times . Obserwując największy księżyc Saturna, Tytana, 14 stycznia pamiętajmy, że właśnie w tym dniu na jego powierzchnię ma opaść lądownik „Huygens”, na którego pokładzie znajduje się także polska aparatura pomiarowa.

Na początku miesiąca można jeszcze wieczorem próbować odnaleźć **Urana**, świecącego w gwiazdozbiorze Wodnika.

ka z jasnością 5,9^m, jednak wysokość planety nad horyzontem z dnia na dzień szybko maleje i już w połowie stycznia jej obserwacja staje się praktycznie niemożliwa. **Neptun** zachodzi niedługo po zachodzie Słońca i przy jasności jedynie 8,0^m jego obserwacja jest także raczej niemożliwa.

Pod koniec miesiąca, nad ranem, na początku świtu astronomicznego (dwie godziny przed wschodem Słońca) na wysokości 13° nad południowo-wschodnim horyzontem możemy próbować odnaleźć **Plutona** jako „gwiazdę” $13,9^m$, jednak przy tak niskim położeniu jego obserwacja jest przy tej jasności raczej niemożliwa.

W styczniu w pobliżu opozycji znajdują się jasne planetoidy:

- (2) Pallas, (jasność 8,1^m). 1 l: 12^h18,2^m, -11°23'; 11 l: 12^h28,1^m, -10°41'; 21 l: 12^h35,9^m, -9°30'; 31 l: 12^h41,3^m, -7°45'.
 (8) Flora, (jasność 8,5^m). 1 l: 8^h01,0^m, +20°18'; 11 l: 7^h50,0^m, +21°28'; 21 l: 7^h38,6^m, +22°35'; 31 l: 7^h28,5^m, +23°32'.

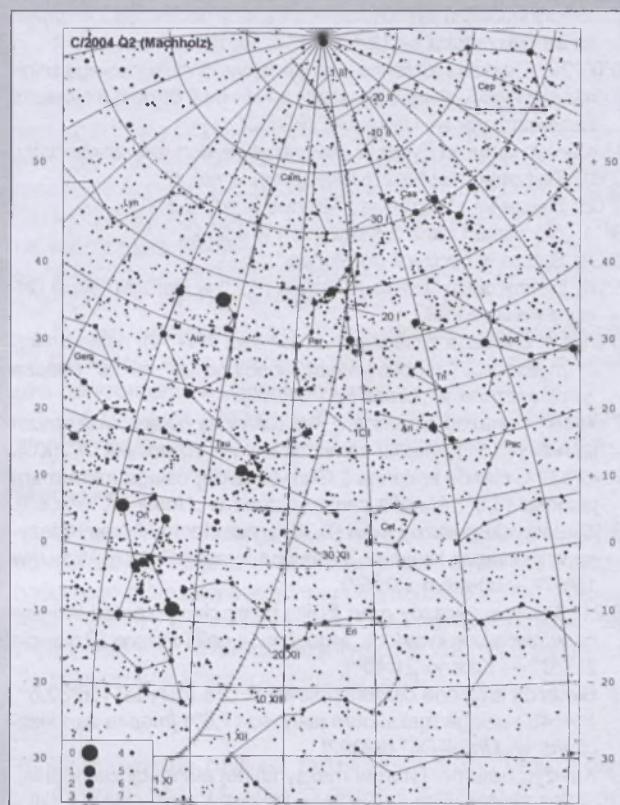
W styczniu przez całą noc możemy obserwować odkrytą w sierpniu 2004 przez amerykańskiego miłośnika astronomii D. Machholza kometę **C/2004 Q2 (Machholz)**. Kometa właśnie w tym miesiącu powinna osiągnąć maksymalną jasność równą aż +4^m, świecąc na dodatek wysoko na niebie. Aby umożliwić obserwacje komety już w chwili otrzymania niniejszego numeru „Uranii-PA”, poniżej podajemy jej efemerydę, poczynając od początku listopada 2004:

1 XI: $5^{\text{h}}12,7^{\text{m}}$, $-29^{\circ}57'$, $8,0^{\circ}$; 11 XI: $5^{\text{h}}11,4^{\text{m}}$, $-30^{\circ}18'$, $7,4^{\circ}$;
 21 XI: $5^{\text{h}}05,5^{\text{m}}$, $-29^{\circ}33'$, $6,8^{\circ}$; 1 XII: $4^{\text{h}}54,5^{\text{m}}$, $-26^{\circ}55'$, $6,1^{\circ}$;
 11 XII: $4^{\text{h}}38,1^{\text{m}}$, $-21^{\circ}09'$, $5,5^{\circ}$; 21 XII: $4^{\text{h}}17,2^{\text{m}}$, $-10^{\circ}20'$, $4,8^{\circ}$;
 31 XII: $3^{\text{h}}53,8^{\text{m}}$, $+6^{\circ}52'$, $4,3^{\circ}$; 10 I: $3^{\text{h}}30,5^{\text{m}}$, $+27^{\circ}59'$, $4,1^{\circ}$; 20 I:
 $3^{\text{h}}10,1^{\text{m}}$, $+46^{\circ}49'$, $4,3^{\circ}$; 30 I: $2^{\text{h}}55,7^{\text{m}}$, $+60^{\circ}31'$, $4,7^{\circ}$.

Meteory

W dniach od 1 do 5 stycznia promienią **Kwadranty-dy (QUA)**. Maksimum aktywności spodziewane jest 4 stycznia. Radiant meteorów leży w gwiazdozbiorze Smoka i ma współrzędne rekt. $15^{\circ}18^m$, dekl. $+49^{\circ}$. Nazwa roju pochodzi od nieistniejącego już na dzisiejszych mapach gwiazdozbioru *Quadrans Muralis*, umieszczonego w początkach XIX w. na granicy gwiazdozbiorów Smoka, Herkulesa i Wolarza. Obserwacjom w pierwszej połowie nocy nie będzie przeszkadzać Księżyca w ostatniej kwadrze.

W dniach od 1 do 24 stycznia promieniąją **delta-Cancridy (DCA)**. Maksimum aktywności spodziewane jest 17 stycznia. R radiant meteorów leży w gwiazdozbiorze Raka i ma współrzędne rekt. $8^{\text{h}}42^{\text{m}}$, dekl. $+20^{\circ}$. Warunki obserwacji tego słabego roju w tym roku w drugiej połowie nocy są dobre, ponieważ na niebie nie będzie już świecił Księżyca w pierwszej kwadrze.



Rys. 2. Trasa komety C/2004 Q2 (Machholz) na tle nieba w listopadzie i grudniu 2004 oraz w styczniu i lutym 2005 (zaznaczone gwiazdy do 7^m)

5°23'37" Gwiazda zmienna δ Cep (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,5m) [mapka zamieszczona w "Uranii-PA" 1/2003].

7°00'13" Gwiazda zmieniowa zaćmieniowa Algol (β Per) osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 2,1^m do 3,4^m [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 6/2001].

7^d19^h Złączenie Marsa z Księzcem w odł. 4°

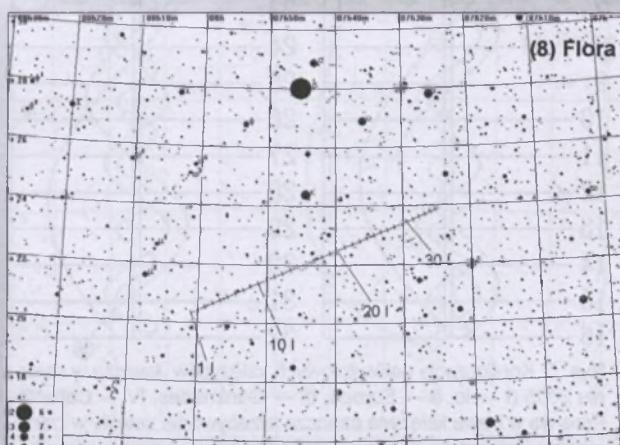
9^h00^m Złoczenie Merkurego z Księzcem w odległości 5°.

9°01^h Złączenie Wenus z Księzcem w odł. 5°.

9^a16^h Minimalna libracja Księżyca ($6,4^{\circ}$) w kierunku krateru *Platon* (oswietlony).

9^{do}20^h04^m Gwiazda zmienna η Aql (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,5^m) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 4/2003].

9^d21^h02^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa Algol (β Per) osiąga mi-



Rys. 3. Trasa planetoidy (8) Flora na tle gwiazd gwiazdozbioru Bliźniąt w styczniu 2005 (zaznaczone gwiazdy do 9^m)

1^d Gwiazda zmienna długookresowa U Ori (miryda) ($5^h55,9^m$, $+20^\circ11'$) osiąga maksimum jasności (6,3^m).

1^d01^h06^m Gwiazda zmienna zaćmieniona HU Tau osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 5,9^m do 6,7^m [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 5/2002].

^{1d22^h Ziemia w peryhelium na swej okolostonecznej orbicie w odleglosci 147 mil km od Słońca}

3^d Księżyca Saturna Tytan w maksymalnej elongacji zachodniej

3^a Księżyca (saturn) i tytan w maksymalnej elongacji (zachodniej).
3^d 18^h Maksymalna libracja Księżyca ($7,8^{\circ}$) w kierunku Mare Orientale (oświetlone).

4^d02^h Złaczenie Jowisza z Księzcem w odł. 0,4°.

4°23'17" Gwiazda zmieniona WW Aur osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 5,8^m do 6,6^m [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 5/2002].

nimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 2,1^m do 3,4^m [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 6/2001].

10^d00^h29^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa WW Aur osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 5,8^m do 6,6^m [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 5/2002].

11^d Księżyca Saturna Tytan w maksymalnej elongacji wschodniej.

12^d01^h Złoczenie Neptuna z Księżycem w odl. 5°.

13^d06^h Złoczenie Merkurego z Wenus w odl. 0,3°.

13^d11^h Złoczenie Urana z Księżycem w odl. 4°.

13^d23^h Saturn w opozycji do Słońca.

15^d01^h Maksymalna libracja Księżyca (8,2°) w kierunku Mare Cribarium (oświetlone).

15^d01^h41^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa WW Aur osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 5,8^m do 6,6^m [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 5/2002].

17^d00^h18^m Gwiazda zmienna η Aql (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,5^m) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 4/2003].

17^d16^h53^m Gwiazda zmienna ζ Gem (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,6^m) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 3/2003].

18^d16^h Zakrycie gwiazdy π Ari (5,3^m) przez ciemny brzeg Księżyca w pierwszej kwadrze, widoczne w całej Polsce (Wrocław 16^h57^m — Olsztyn 17^h05^m).

18^d21^h Zakrycie gwiazdy ρ Ari (5,6^m) przez ciemny brzeg Księżyca w pierwszej kwadrze, widoczne w całej Polsce (Szczecin 21^h26^m — Krośnie 21^h40^m).

19^d Gwiazda zmienna długookresowa R Dra (miryda) (16^h32,6^m, +66°45') osiąga maksimum jasności (7,6^m) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 6/2002].

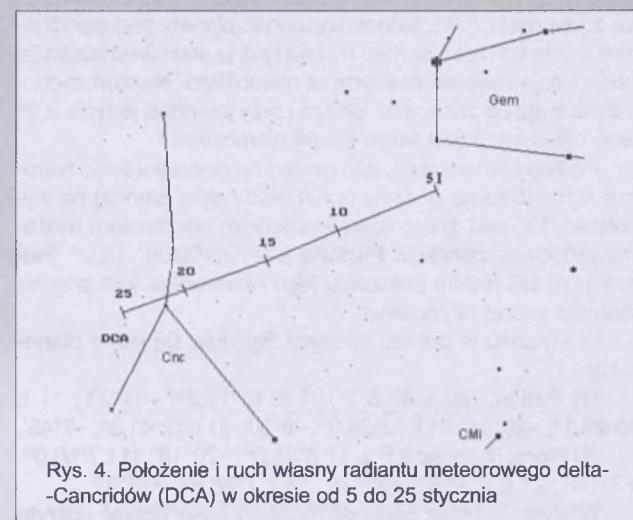
19^d Księżyca Saturna Tytan w maksymalnej elongacji zachodniej.

19^d23^h20^m Słońce wstępuje w znak Wodnika, jego długość ekliptyczna wynosi wówczas 300°.

20^d02^h53^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa WW Aur osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 5,8^m do 6,6^m [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 5/2002].

21^d16^h Minimalna libracja Księżyca (6,2°) w kierunku Mare Australie (oświetlone).

22^d01^h59^m Gwiazda zmienna δ Cep (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,5^m) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 1/2003].



Rys. 4. Położenie i ruch własny radiantu meteorowego delta-Canridów (DCA) w okresie od 5 do 25 stycznia

23^d Gwiazda zmienna długookresowa U Cyg (miryda) ($20^{\text{h}}19,6^{\text{m}}$, $+47^{\circ}53'$) osiąga maksimum jasności ($7,2^{\text{m}}$).

24^{d04} 32^{m} Gwiazda zmienna η Aql (cefeida) osiąga maksimum jasności ($3,5^{\text{m}}$) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 4/2003].

24^{d09} 5 Złaczenie Saturna z Księżykiem w odl. 4° .

26^{d15} 5 Maksymalna libracja Księżyca ($6,7^{\circ}$) w kierunku krateru Clavius (oświetlony).

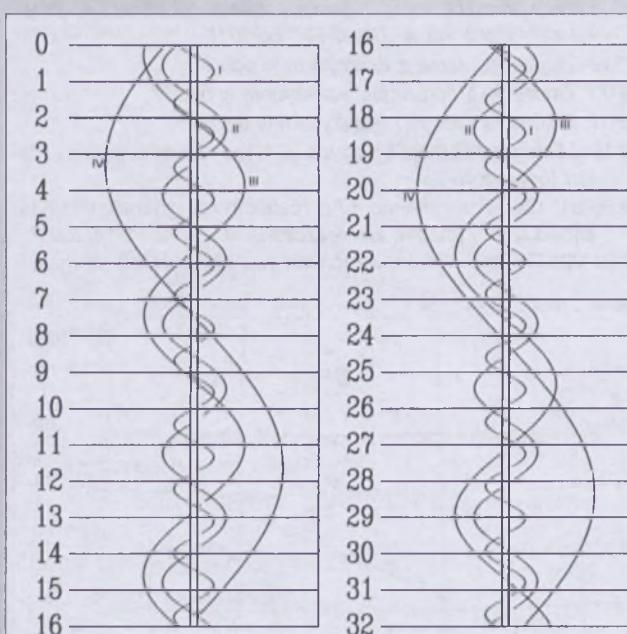
27^d Księżyc Saturna Tytan w maksymalnej elongacji wschodniej.

27^{d20} 30^{m} Gwiazda zmienna ζ Gem (cefeida) osiąga maksimum jasności ($3,6^{\text{m}}$) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 3/2003].

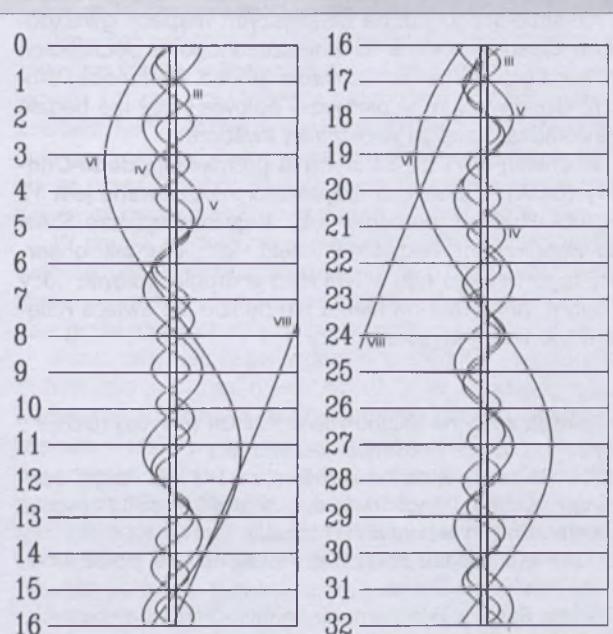
28^{d18} 40^{m} Gwiazda zmienna zaćmieniowa HU Tau osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od $5,9^{\text{m}}$ do $6,7^{\text{m}}$ [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 5/2002].

29^{d22} 45^{m} Gwiazda zmienna zaćmieniowa Algol (β Per) osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od $2,1^{\text{m}}$ do $3,4^{\text{m}}$ [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 6/2001].

31^{d11} 5 Złaczenie Jowisza z Księżykiem w odl. 2° .



Rys. 5. Konfiguracja galileuszowych księżyców Jowisza w styczniu 2005 (I — Io, II — Europa, III — Ganimedes, IV — Callisto). Przerwa w trasie księżyca oznacza przebywanie sputnika w cieniu planety. Zachód na prawo od środkowego pasa (tarczy planety), wschód na lewo



Rys. 6. Konfiguracja pięciu najjaśniejszych księżycoff Saturna w styczniu 2005 (III — Tethys, IV — Dione, V — Rhea, VI — Tytan, VIII — Iapetus). Zachód na lewo od środkowego pasa (tarczy planety), wschód na prawo

6^d19^h05^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa WW Aur osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 5,8^m do 6,6^m [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 5/2002].

7^d00^h07^m Gwiazda zmienna ζ Gem (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,6^m) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 3/2003].

7^d04^h22^m Gwiazda zmienna δ Cep (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,5^m) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 1/2003].

8^d Gwiazda zmienna długookresowa U Cet (miryda) (2^h33,7^m, -13°09') osiąga maksimum jasności (7,5^m).

8^d Gwiazda zmienna długookresowa W Aqr (miryda) (2^h17,6^m, +44°18') osiąga maksimum jasności (7,4^m) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 6/2003].

8^d00^h Złoczenie Wenus z Księżykiem w odl. 5°.

8^d10^h Złoczenie Merkurego z Neptunem w odl. 2°.

8^d17^h Złoczenie Merkurego z Księżykiem w odl. 3°.

8^d17^h Złoczenie Neptuna z Księżykiem w odl. 5°.

8^d21^h Minimalna libracja Księżyca (6,4°) w kierunku Mare Frigoris (zaciemnione).

10^d00^h Złoczenie Urana z Księżycem w odl. 4°.

11^d20^h17^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa WW Aur osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 5,8^m do 6,6^m [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 5/2002].

12^d Gwiazda zmienna długookresowa R Oph (miryda) (17^h07,8^m, -16°06') osiąga maksimum jasności (7,6^m).

12^d Księżyca Saturna Tytan w maksymalnej elongacji wschodniej.

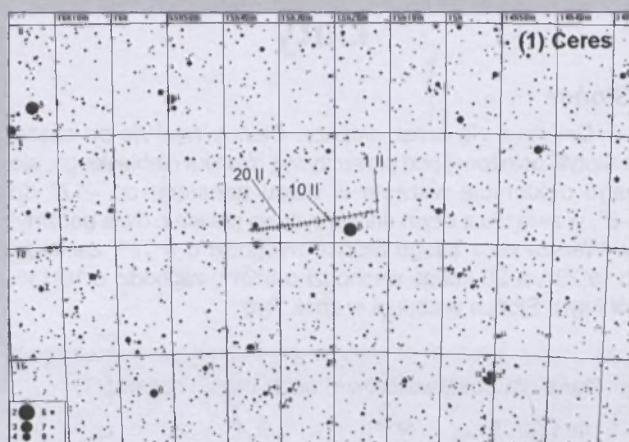
14^d02^h Maksymalna libracja Księżyca (7,2°) w kierunku Mare Fecunditatis (oświetlone).

14^d11^h Merkury w koniunkcji górnej ze Słońcem.

14^d17^h15^m Gwiazda zmienna η Aql (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,5^m) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 4/2003].

15^d Gwiazda zmienna długookresowa R And (miryda) (0^h24,0^m, +38°35') osiąga maksimum jasności (6,9^m).

15^d00^h Złoczenie Wenus z Neptunem w odl. 1°.



Rys. 8. Trasa planetoidy (1) Ceres na tle gwiazd gwiazdozbioru Wagi w lutym 2005 (zaznaczone gwiazdy do 9^m)

16^d Gwiazda zmienna długookresowa R UMa (miryda) (10^h44,6^m, +68°47') osiąga maksimum jasności (7,5^m) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 1/2004].

16^d21^h29^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa WW Aur osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 5,8^m do 6,6^m [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 5/2002].

17^d03^h44^m Gwiazda zmienna ζ Gem (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,6^m) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 3/2003].

17^d21^h57^m Gwiazda zmienna δ Cep (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,5^m) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 1/2003].

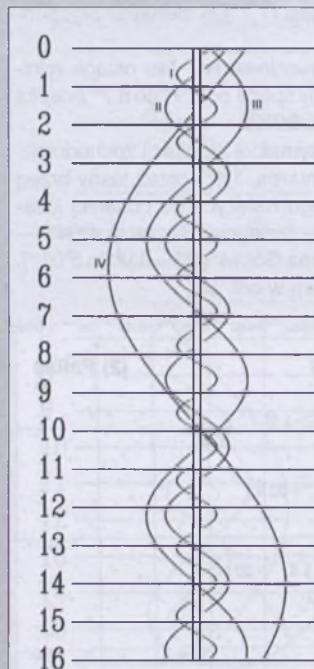
18^d13^h30^m Słońce wstępnie w znaku Ryb, jego długość ekiptyczna wynosi wówczas 330°.

20^d Księżyca Saturna Tytan w maksymalnej elongacji zachodniej.

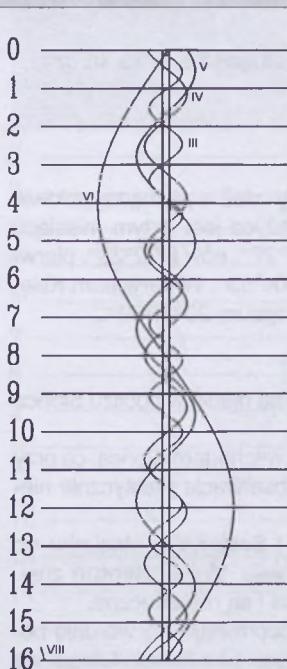
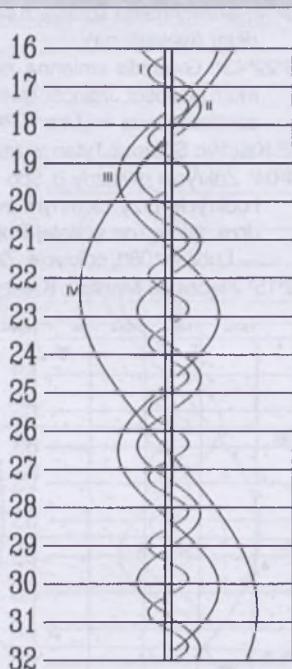
20^d06^h Złoczenie Merkurego z Uranem w odl. 6°.

20^d10^h Złoczenie Saturna z Księżykiem w odl. 5°.

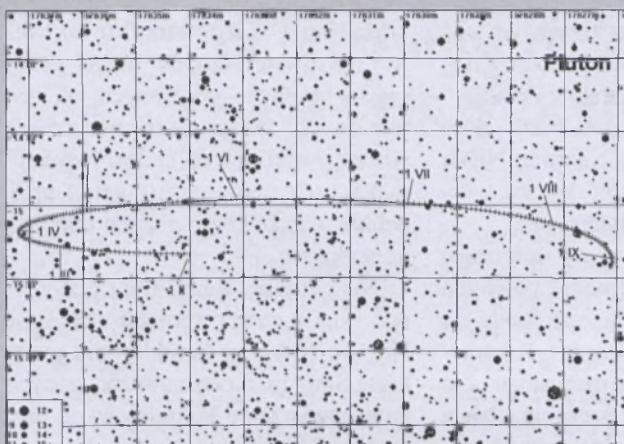
21^d21^h16^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa Algol (β Per) osiąga



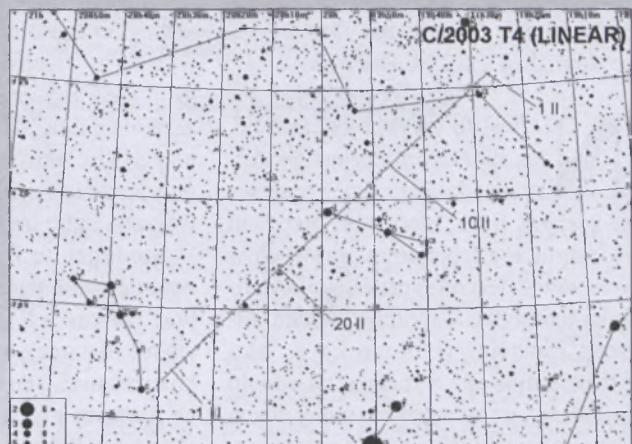
Rys. 9. Konfiguracja galileuszowych księżyców Jowisza w lutym 2005 (I — Io, II — Europa, III — Ganimedes, IV — Callisto). Przerwa w trasie księżyca oznacza przebywanie satelity w cieniu planety. Zachód na prawo od środkowego pasa (tarczy planety), wschód na lewo



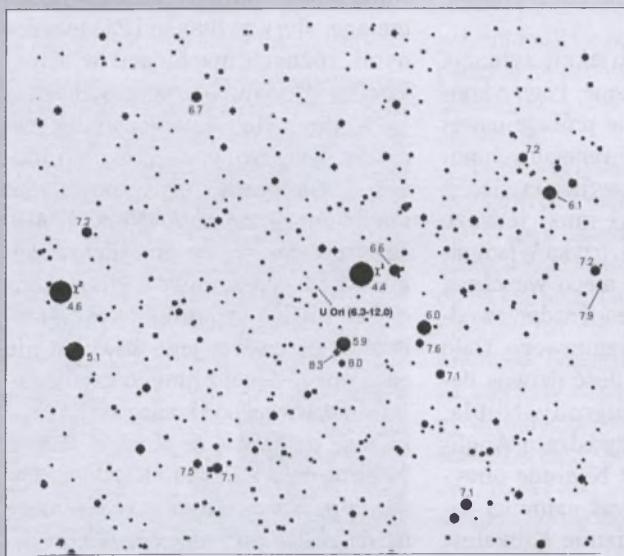
Rys. 10. Konfiguracja pięciu najjaśniejszych księżyców Saturna w lutym 2005 (III — Tethys, IV — Dione, V — Rhea, VI — Titan, VIII — Iapetus). Zachód na lewo od środkowego pasa (tarczy planety), wschód na prawo



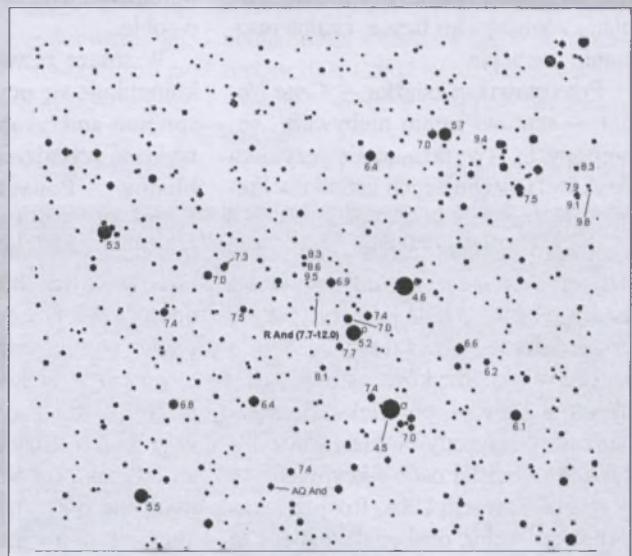
Rys. 11. Trasa Plutona na tle gwiazd gwiazdozbioru Węża od lutego do sierpnia 2005 (zaznaczone gwiazdy do 15^m)



Rys. 12. Trasa komety C/2003 T4 (LINEAR) na tle nieba w lutym 2005 (zaznaczone gwiazdy do 9^m)



Rys. 13. Mapa gwiazdozbioru Oriona do obserwacji gwiazdy zmiennej U Ori ($5^h55^m49,2^s$, $+20^\circ10'30''$). Podane jasności gwiazd porównania (pole widzenia wynosi 5° , północ u góry)



Rys. 14. Mapa gwiazdzbioru Andromedy do obserwacji gwiazdy zmiennej R And ($0^{\text{h}}24^{\text{m}}02.0^{\text{s}}$, $+38^{\circ}34'38''$). Podane jasności gwiazd porównania (pole widzenia wynosi 8° , północ u góry)

minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 2,1^m do 3,4^m [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 6/2001].

21²¹21^{29m} Gwiazda zmienna η Aql (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,5^m) [mapka zamieszczona w "Uranii-PA" 4/2003].

25^d15^h Urان в конiункции ze Słońcem.

26^d13^h Minimalna libracja Księżyca ($5,7^{\circ}$) w kierunku *Mare Orientale* (oświetlone).

26°23'54'' Gwiazda zmieniona zaćmieniowa WW Aur osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 5,8^m do 6,6^m [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 5/2002].

27^a Księżyca Saturna Tytan w maksymalnej elongacji wschodniej.
27^b 13 h Złoty żelazny kogut z Księżycem w odległości 2°.

UWAGA: Momenty wszystkich zjawisk podane są w czasie uniwersalnym UT (Greenwich).

Aby otrzymać datę w obowiązującym w styczniu i lutym w Polsce, czasie zimowym", należy dodać 1 godzinę.

Momenty złączeń planet z Księżykiem podane są dla współrzędnych Warszawy. Dla każdego złączenia podano momenty największego zbliżenia obiektów na niebie. Podane są **wszystkie** złączenia, nie tylko widoczne w Polsce.

Opr. T. Ścieżka

Oddział Krakowski Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii planuje zorganizować dla członków PTMA dwie wyprawy obserwacyjne: na obrączkowe zaćmienie Słońca do Hiszpanii w dniu 3 października 2005 r. oraz na całkowite zaćmienie Słońca do Turcji w dniu 29 marca 2006 r.

Orientacyjne całkowite koszty wyjazdów (tzn. przejazd, noclegi, wyżywienie, ubezpieczenie) na dzień dzisiejszy wynoszą: ok. 1200 zł do Hiszpanii i 1500 zł do Turcji.

Przybliżony czas trwania wynosi w każdym przypadku 9-12 dni (w planie „po drodze” także zwiedzanie atrakcji turystycznych). Prosimy o wstępную deklarację uczestnictwa i przesłanie jej listownie na adres:

Oddział Krakowski PTMA
ul. św. Tomasza 30/7
31-027 Kraków

w terminie do dnia 31 marca 2005 r. z dopiskiem „Za-ćmienie”.

Eryk Infeld, *Cena Nobla*. Oficyna Literaturów „Rój”, s. 320, Warszawa.

Nie jest to zwykła książka, tak jak niezwyczajny jest jej Autor, skądinąd przecież profesor zwyczajny, fizyk, kierownik pracowni w Instytucie Problemów Jądrowych w Warszawie. Jest on synem Leopolda, fizyka-teoretyka, współpracownika Alberta Einsteina (którego Eryk, jako dziecko, miał okazję poznać). Leopold Infeld też jest autorem nie mniej chyba sławnej książki *Wybrańcy bogów* o genialnym matematyku Ewaryście Galois. Jak stąd wynika, syn dziedzicz po ojcu i zdolności ku fizyce, i zainteresowania literackie.

Przedstawiana książka — *Cena Nobla* — stanowi zatem niebywałą „superpozycję” (wyrażając się językiem fizyków) następujących gatunków literackich: utwór (para)dokumentalnego, a zarazem popularnonaukowego, prawdziwej (!) science fiction i powieści futurystycznej. Akcja jej rozgrywa się w niedalekiej przeszłości, głównie w środowisku fizyków, astrofizyków i kosmologów — po większej części laureatów Nagrody Nobla (jeśli odliczy się nazwiska osób fikcyjnych) — w Anglii, Szwecji, USA, Rosji, a także w Polsce. Autor, doskonale znający to środowisko z autopsji oraz z opowiadania ojca (którego często wspomina), przedstawia kulisy przyznawania Nagrody Nobla, a zarazem różne intragi towarzyszące wysuwaniu do niej kandydatów w tzw. komitetach narodowych i nawet w Szwedzkiej Królewskiej Akademii. Przytacza przy tym mnóstwo autentycznych anegdot ze świata nauki.

Książkę otwiera działalność niejakiego prof. Daniela Wintera (postać fikcyjna), w pewnej mierze będącego współczesnym *alter ego* Sir George'a Bidella Airy'ego (który nie zrozumiał dociekań Adamsa i zaprzepaścił szansę odkrycia Neptuna przez astronomów angielskich). Winter — *nomen omen* — „zamraża” możliwość opublikowania wybitnej pracy o nadprzewodnictwie wysokotemperaturowym w redagowanych przez siebie „Proceedings...”, przy czym postępuje tak z nader niskich pobudek. Dalej, kiedy praca ta zostanie jednak opublikowana w innym pre-

stiżowym czasopiśmie fizycznym, zaś jej autorzy — prof. George Rose z Anglii i prof. Edward Karski z Polski — zaczynają ubiegać się, chociaż w dość niezwykły sposób, o Nagrodę Nobla w dziedzinie fizyki, prof. Winter czyni wszystko, aby im to udaremnić.

Studując te fragmenty dotyczące bezinteresownego tępienia pewnych prac naukowych (zwłaszcza kiedy się ich nie rozumie), można się tylko gorzko roześmiać. Ten sam mechanizm, i to na niższym niekiedy szczeblu, działa również w Polsce i wielu uczonych polskich może odnieść w trakcie lektury dojmujące wrażenie, iż czyta właśnie o sobie.

W miarę rozwoju akcji sytuacja komplikuje się poważnie. Pewne konsorcjum amerykańskie próbuje nawet wykraść wynalazek ewentualnych noblistów... Ponadto wyjaśnia się, iż Komitet Noblowski musi jeszcze uwzględnić Rosjanina, fizyka Włodzimira Kowalowa, który nieco wcześniej opublikował pracę z teorii nadprzewodnictwa wysokotemperaturowego. Dało to potem w efekcie dość dziwną decyzję Komitetu Nagrody Nobla, w gruncie rzeczy krzywdzącą Anglikę i Polaka (choć Nagrodę otrzymali, ale po... 1/4, zaś najmniej zasłużony w tej dziedzinie Kowalow dostał 1/2 Nagrody!).

Co więcej, okazało się, iż należy uwzględnić jeszcze innych kandydatów, a mianowicie prof. Bogdana Paczyńskiego i jego dwóch współpracowników z USA za opracowanie teorii soczewkowania grawitacyjnego. Komitet miał z tym wiele problemów formalnych, ale szczęśliwie wybrał z nich, niejako dzięki pewnym kruczkom prawnym i precedensom. Tak więc owego roku (który jeszcze nie nastąpił!) przyznano aż dwie Nagrody Nobla z fizyki.

Wypada podkreślić, że Autor wiele uwagi poświęcił osobie prof. Bogdana Paczyńskiego. Jego nazwisko, oprócz nazwisk trzech głównych bohaterów (dodajmy gwoli jasności, że fikcyjnych), jest najczęściej wspominane w tekście. W związku z tym często w książce są omawiane problemy astrofizyki i kosmologii, w tym odkrycie przez A. Wolszczana trzech planet

krążących wokół pulsara. Nie brak też jest opisów teleskopów nowej generacji — zarówno naziemnych, jak i satelitarnych. Wszystko to, oczywiście wraz z opisem teorii nadprzewodnictwa wysokotemperaturowego, upodabnia tę książkę do pozycji popularnonaukowej.

Nie odmówił sobie Autor przyjemności opisu całej ceremonii wręczania Nagród Nobla w Sztokholmie przez króla Szwecji, a także towarzyszących temu wydarzeniu kilkudniowych uroczystości.

Istnieją też w powieści rozliczne wątki sensacyjne dotyczące już wspomnianej afery ze Stanami Zjednoczonymi, różnych machinacji w samej Wielkiej Brytanii i — jakżeby inaczej — w Rosji. Ich zwieńczeniem jest proces wytoczony, za rzekomo nieuczciwe dojście do tej nagrody, trzem noblistom przez prof. Wintera, niestrudzonego w swym prześladowaniu niewygodnych uczonych. Proces kończy się totalną kompromitacją Daniela Wintera, nawet jego adwokat nie chce mieć więcej z nim do czynienia.

Mniej więcej pod koniec akcji książka staje się prawie że *political fiction*. Noblista polski, Edward Karski, postanawia poświęcić się polityce, a może nawet zostać prezydentem Rzeczypospolitej. Umawia się z byłymi prezydentami: Jaruzelskim, Wałęsa i Kwaśniewskim w celu zasięgnięcia opinii i uzyskania pewnych wskazówek. Rozmowy przyniosły mu rozczarowanie, a oprócz tego zrozumiał, jak wiele kontrowersyjnych decyzji musiałby podejmować. Zrezygnował... Pozostał przy pracy naukowej.

Czytelnik sam się zorientuje, co w powieści jest fikcją, a co prawdą, zwłaszcza że Eryk Infeld zamieścił i *Posłowie autora*, i opis niezwykłych własności nadprzewodników (wspólnie z Teresą Lenkowską-Czerwińską).

Gorąco polecam tę książkę nie tylko ze względu na treść oraz problemy naukowe i towarzyszące im kłopoty pozanaukowe, lecz także dlatego, iż jest napisana niezwykle barwnie i potoczyście, słowem naukowo-fantastycznie.

T. Zbigniew Dworak

10 lat duetu Keller & Schönwälder — koncert w berlińskim planetarium

Dokładnie 10 lat po pierwszym wspólnym koncercie, dokładnie w tym samym miejscu, Detlef Keller i Mario Schönwälder zagrały jubileuszowy koncert. Towarzyszyli im zaproszeni goście: Arcanum (gitara), Bas Broekhuis (instrumenty perkusyjne), Tom van Draft (Mind-Flux, syntezator), Klaus „Cosmic” Hoffmann-Hock (gitary) oraz Gerd „Der Laborant” Wienekamp (instrumenty akustyczne i syntezator). Wizualizacje prezentowane za pomocą diaporamy i videoprojek-



torów przygotowała Tina Zimmermann.

24 września br. biletami wstępu (15 •) do starego berlińskiego planetarium była płyta kompaktowa ze składanką utworów występujących wykonawców wydana w limitowanym nakładzie 280 egz. (tyle, ile osób może pomieścić sala widowiskowa planetarium).

Niestety, sam koncert, wg. relacji osób, które tam były, nie był zachwycający. Bohaterowie wieczoru zagrały poniżej swoich możliwości. Znacznie lepiej zaprezentowali się parę tygodni wcześniej, podczas występów w Jeleniej Górze na kilkudniowej imprezie z cyklu Ricochet Gathering.

Twórczości panów Detlefa i Mario należy się jednak większa uwagę w naszym dziale, a to ze względu na kosmiczną atmosferę ich utworów. Kiedy ukazał się ich pierwszy wspólny dwupłytowy album „Loops & Beats”, raczej nikt nie spodziewał się dalszych rewelacji z połączenia tak różnych muzycznie osobowości. A jednak! Tradycyjna elektronika

i ambient w wydaniu tych artystów wiodą nas, jak to określił jeden ze słuchaczy, na „sferyczne obrzeża Wszechświata”, skłaniając do zadumy nad potęgą Kosmosu i nieskończoności.

Bardzo „kosmiczne” są ich nagrania zarejestrowane podczas koncertów w Jodrell Bank (patrz U-PA 1/2004) i wydane w postaci albumów pt. „The Reason Why ... Part One” oraz „Part Two”.

Najnowsza płyta duetu, wydana w tym roku przez *Ricochet Dream*, zawiera nie publikowane wcześniej nagrania z koncertów 2001 i 2002 r. i zatytułowana jest „Analog Overdose »the ricochet dream edition«”.

Jacek Drążkowski



Po lewej: Detlef Keller grający na laserowej harfie, wyżej: Mario Schönwälder przygotowujący się do występu. Fot. Rodion Demin (www.emuloid.com)

INFORMACJE O PRENUMERACIE URANII-PA

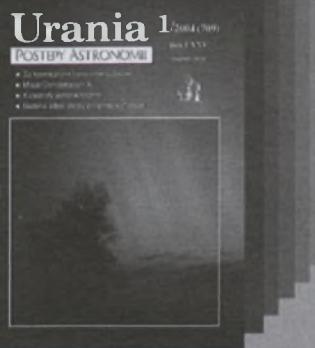
Prenumerata na rok 2004 (6 zeszytów) kosztuje 54 zł (zagraniczna 70 zł). Cena pojedynczego zeszytu 10 zł. Wpłaty prosimy kierować na konto:

Polskie Towarzystwo Astronomiczne
Bank Millennium S.A. o/Toruń
Nr 44 11602202000000055305241

Wszelkich informacji o prenumeracie i zakupie numerów archiwalnych „Postępów Astronomii” i „Uranii-PA” udziela:

Piotr Wąż
Centrum Astronomiczne UMK
ul. Gagarina 11, 87-100 Toruń

E-mail: urania@astri.uni.torun.pl
tel/fax (0-56) 611 30 56 / 611 30 08





300042110375

Krzyżówka

relaks z Uranią

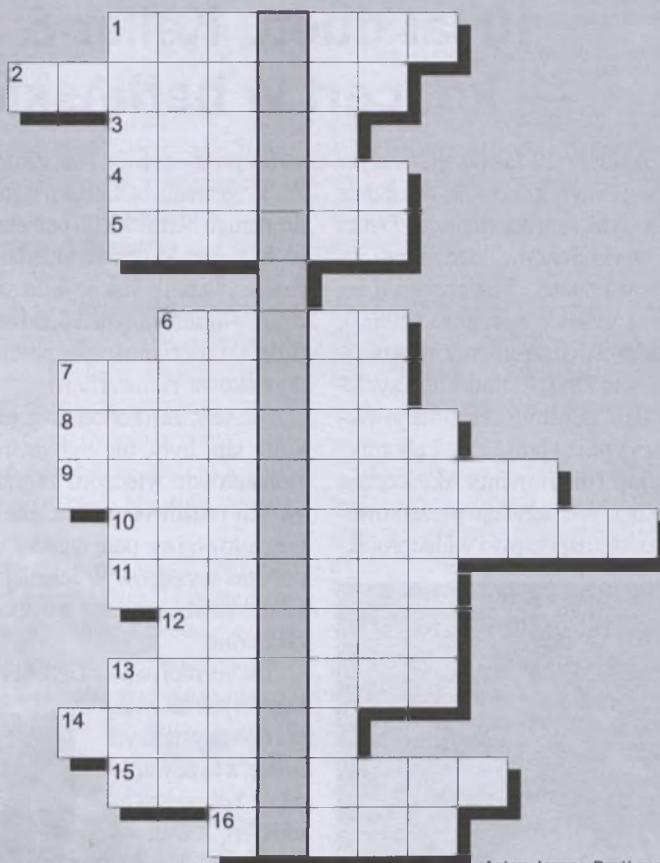
W „Uranii-PA” nr 4/2004 zamieściliśmy fotozagadkę ze zdjęciami następujących obiektów:

- 1) M3 w Psach Gończych
- 2) M104 (Sombbrero) w Pannie
- 3) M51 (Wir) w Psach Gończych
- 4) M64 (Czarnooka) w Warkoczu Bereniki
- 5) M65, M66 i NGC3628 (Tryplet Lwa)

Spośród osób, które nadesłały prawidłowe odpowiedzi, nagrody książkowe wylosowali: **Tomasz Celeban z Łaska i Rafał Królikowski** ze Zduńskiej Woli. Gratulujemy. Nagrody wyślemy pocztą.

Zapraszamy do rozwiązyania krzyżówki, której rozwiązywanie stanowi hasło utworzone z liter w zaznaczonej kolumnie.

1. Mgławica ..., inaczej NGC 2024
2. Kometa, która niedługo powinna być widoczna gołym okiem
3. Młoda gromada gwiazd
4. Autor Ceny Nobla
5. W duecie z Schönwälderem
6. ... Cząstka lub bozon Higgsa
7. Gwiazda z efektownym zespołem mgławic
8. Wymienna część astrolabium
9. Miejsce bieszczańskich spotkań dyskusyjnych
10. Styczniowy rój meteorów
11. Rezerwat meteorytowy na terenie Poznania
12. Miasto, w którym produkowano astrolabia
13. Ruchome ramię z tyłu astrolabium
14. Jest nim elektron
15. Hipotetyczna cząstka grawitacji
16. Mitologiczny potwór na niebie



Autor: Joanna Drażkowska

Wśród autorów prawidłowych odpowiedzi rozlosujemy dwie płyty Polaris-a *Moo'n'sequences* (www.polaris.z.pl). Na rozwiązania czekamy do końca grudnia br. Osoby nie będące prenumeratorem „Uranii-PA” muszą dodać do rozwiązania kupon umieszczony w lewym górnym rogu tej strony. Prenumeratorzy mogą przesyłać rozwiązania drogą elektroniczną.

Ciekawe strony internetowe...

Dziś proponuję niezbyt daleką wycieczkę — naszym celem będzie adres <http://www.alcyone.de>. Można tutaj znaleźć cztery ciekawe programy napisane przez Rainera Lange z Alcyone Software i Noela M. Sverdlova z Uniwersytetu w Chicago. Uwagę skupimy na dwóch spośród nich — bezpłatnych. Pierwszy, o nazwie Alcyone Ephemeris, liczy bardzo dokładne efemerydy planet Układu Słonecznego w latach od -2999 do 3500 oparte na analitycznych efemerydach Steve Moshiera (www.moshier.net). Te z kolei są oparte na rozwinięciach trygonometrycznych ELP2000-85 Charnier-Touzé i Chapronta (dla Księżyca). Dalsze dopasowania dotyczą porównania z efemerydami JPL DE404 oraz z ostatnimi, najbardziej dokładnymi efemerydami długochasowymi DE406. Problem zachowania dużej dokładności (rzędu sekund łuku a niekiedy ich ułamków) jest omówiony dość szczegółowo w pliku pomocy. Można liczyć współrzędne zarówno helio-, geo-, jak i topocentryczne, program pozwala na wykonywanie prostych wykresów. Dla definiowania bardziej złożonych operacji można użyć pascalopodobnego języka dostępnego z poziomu programu. Dostępnych jest wiele funkcji podzielonych na grupy, tak, że łatwo znaleźć to, co trzeba. Oprócz tego mamy dostęp do 24 przykładowych skryptów. W sumie jest to bardzo potężne narzędzie.

Drugi program jest właściwie zabawką. Bardzo mi się spodobała i dała bezpośredni impuls do napisania niniejszej notki. To „Planet's Visibility”. Pierwsze okno przedstawia roczny diagram widzialności wybranej planety w funkcji czasu w ciągu dnia (na osi pionowej mamy dni w roku). Naniesione krzywe odpowiadające wschodom i zachodom Słońca oraz planet ograniczają obszary widoczności. Można wywołać kolejne okienko, umieszczając kursor w dowolnym punkcie pierwszego diagramu, zobaczymy w nim tarczę planety z zaznaczoną fazą a obok szereg informacji szczegółowych. Dla Słońca i Księżyca można policzyć warunki zaćmień, a następnie obejrzeć ich przebieg w oddzielnych okienkach. Dla Jowisza możemy uzyskać dodatkowo informacje o ruchu 4 satelitów galileuszowych. Program jest bardzo starannie dopracowany — można nawet generować diagramy z uwzględnieniem zmiany czasu (letniego na zimowy i odwrotnie).

Wszystkie programy są dostępne jedynie w wersji działającej pod Windows (98/ME/2000/XP).

(rs)

Przemysław Rudź i Cezary Wierucki przyszli efekt swojej ostatniej sesji zdjęciowej z astrozlotu w Belęcinie Nowym koło Leszna, który odbył się 17-19 września br. Zdjęcie przedstawia Plejady sfotografowane za pomocą TEC 140 + Losmandy G-11 + Canon 10D. Jest to złożenie ekspozycji $6 \times 2\text{min}$ + $5 \times 3\text{min}$ (montaż w MaximDL, opracowane w programach Photoshop oraz Image Plus)

Galeria Uranii



Niżej zdjęcie M27 (Hantle w Lisku) wykonane przez tych samych autorów w Kamieniu k. Gdyni 21 maja br. (sprzęt: TEC 140 i Canon 10D, ekspozycja $4 \times 60\text{s}$, montaż i przetwarzanie cyfrowe w programach ImagePlus i Photoshop)



Artur Pilarczyk sfotografował zaćmienie Księżyca 21 maja br. obiektywem 135 mm, telekonwerter $\times 2$ (zdjęcie po lewej, przysłona 5,6, film Sensja 100, eksp. 1 s) oraz w projekcji okularowej przez teleskop 200/1000 (eksp. 1/250 s, film Agfa RSX 200 — zdjęcie wyżej)



Prezentowane obrazy Słońca, malowniczy obok i żartobliwy wyżej, wykonał Dariusz Dorosz z Żabikowa (sprzęt: Zenit 412 + MTO 11-CA, film Fuji 200 ISO, eksp. 1/500 s). Oba pochodzą z lutego 2004 r. Pierwsze było wykonane o wschodzie, drugie o zachodzie Słońca



300042110375

Kipiące Słońce



Podwyższona aktywność Słońca nieodmiennie wiąże się z szerokim wachlarzem rozmaitych zjawisk, które przytaczają swym ogromem i... pięknem. Artystyczną duszę Wszechświata coraz łatwiej jest nam odkrywać, ostatnio niemal z dnia na dzień potężniejszymi instrumentami i wszelkiej mądrości sondami, „poutykanymi” gdzie tylko się da w Układzie Słonecznym, a nawet już poza nim.

Rozbudzające wyobraźnię „szczypce” widoczne na zdjęciu, choć małe wobec potęgi Słońca, to z racji swych 100 tys. km wysokości z łatwością pomieściłyby w swym uścisku naszą „maleńką” Ziemię. Owa protuberancja, czyli słoneczny wyrzut, o ile nie sumienia, a na pewno gorącego gazu, to jeden z efektowniejszych przejawów aktywności Słońca. Przyczyna i istota tego zjawiska jest tematem intensywnych badań. Niemniej nie ulega wątpliwości fakt, iż protuberancje są spektakularnymi „wykwitami”, dokumentującymi niezwykle pokomplikowaną i dynamicznie zmieniającą się naturę słonecznego pola magnetycznego. Większość „wykipianego” gazu powróci na niespokojną powierzchnię gwiazdy. Jednakże potężniejsze wybuchi na Słońcu ekspediują w przestrzeń tabuny bardzo energetycznych cząstek, które po upływie czasu przewidzianego dla nich przez prawa fizyki docierają w okolice Ziemi. Tu mogą spowodować konkrete i mieralne szkody, a kosztowne wytwory ludzkiej technologii — satelity — mogą bardzo ucierpieć, a wręcz doznać trwałych uszkodzeń. Prezentowane zdjęcie zostało wykonane w lipcu 2000 r. przez satelitę TRACE (mag)

Fot. TRACE, NASA