

Biblioteka
Główna
UMK Toruń

08483 | 2003

Urania 1/2003 (703)

POSTĘPY ASTRONOMII

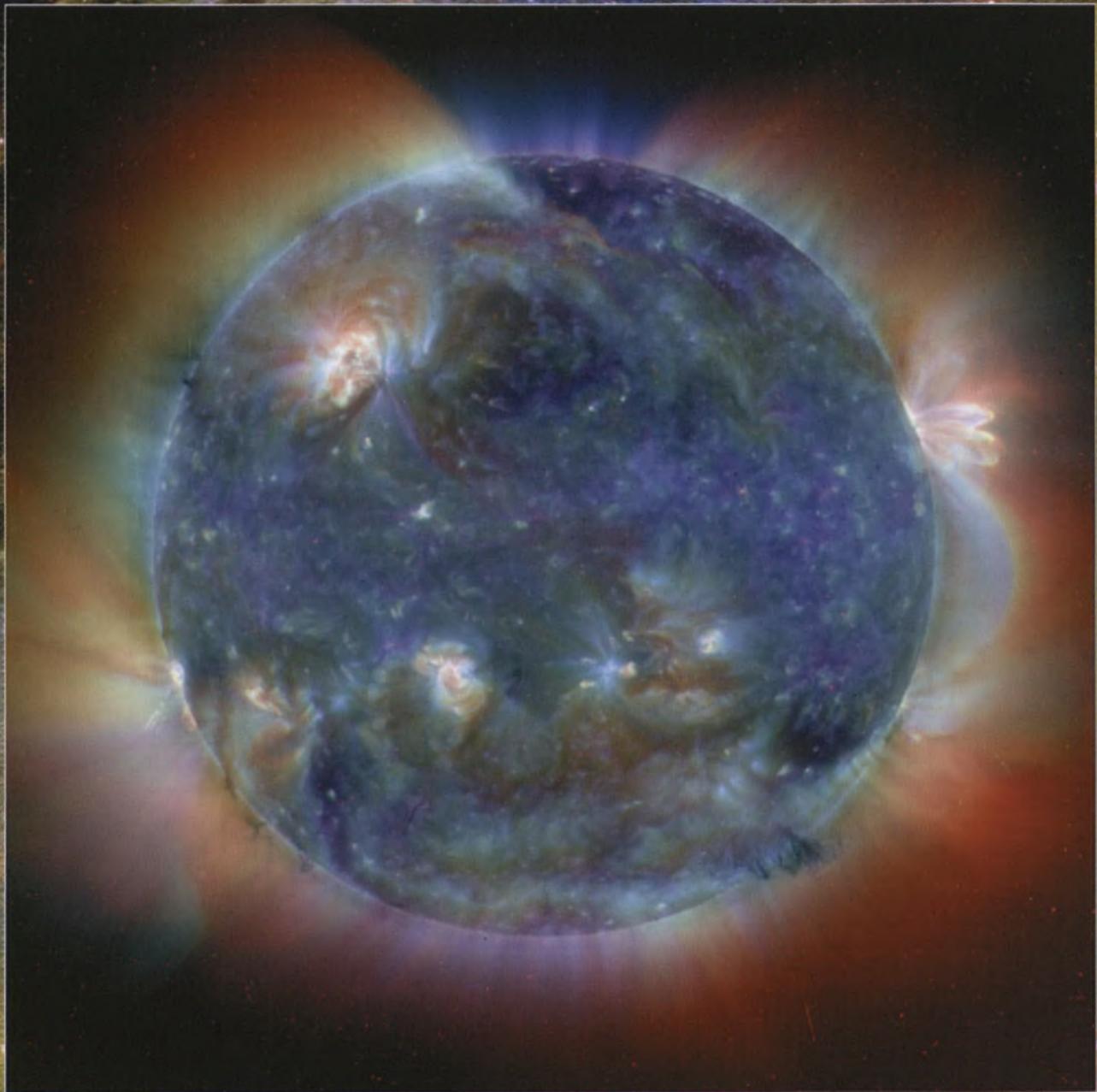
tom LXXIV

styczeń—luty

- 80 lat astronomii z Uranią
- Astrofizycy laureatami Nagrody Nobla 2002
- Trzęsienia gwiazd



Słoneczne przesilenie 22 grudnia 2002 r.



22 grudnia 2002 r. o godz. 01.14 UT Słońce osiągnęło najbardziej wysunięty na południe punkt swej drogi po ziemskim niebie, wyznaczając w ten sposób moment zmiany pory roku: z jesieni na północnej półkuli przeszliśmy do zimy. Na półkuli południowej zaczęło się lato. Powyżej obraz Słońca, jakim było ono w tym czasie. Uzyskany on został przy pomocy obserwatorium kosmicznego SOHO w dziedzinie promieniowania tzw. dalekiego ultrafioletu. Kolory tu są sztuczne i odpowiadają różnym temperaturom: kolor czerwony odpowiada temperaturze 2 mln, zielony — 1,5 mln, a niebieski — 1 mln stopni. Jasne, aktywne, obszary na dysku Słońca w świetle widzialnym objawiają się jako ciemne grupy plam słonecznych. Widać też wspaniałe pętle plazmowe i ogromne protuberancje przy prawym brzegu tarczy.

08483/2003

Wielce Szanowni i Drodzy Czytelnicy,

Oddajemy w Wasze ręce już 703 numer „Uranii” i otwieramy nim osiemdziesiąty pierwszy rok istnienia naszego czasopisma. Cieszę się bardzo, że możemy w tym zeszycie zaprezentować piszącą wersję wspaniałego „Wykładu Jubileuszowego” wygłoszonego przez profesora Andrzeja Kajetana Wróblewskiego na uroczystości 80-lecia „Uranii” w lutym 2002 r. Jest to doskonaly przegląd najważniejszych wydarzeń w rozwoju astronomii w okresie istnienia naszego pisma oraz tego, jak wydarzenia te były relacjonowane w „Uranii”. Ze względu na merytoryczną wagę i dramaturgię tego artykułu postanowiliśmy zamieścić go w całości w jednym zeszycie, mimo że jest znacznie dłuższy niż nasze standardowe artykuły. Ale przecież zarówno sam wykład, jak i artykuł jest dokumentem szczególnej wagi i wymaga ponadstandardowych rozwiązań. Od szeregu miesięcy bogata część dokumentacyjna wykładu jubileuszowego profesora Wróblewskiego jest dostępna na stronach internetowych „Uranii-Postępów Astronomii”.



fot. A. Davidsza-Wisłowska

Na dalszych stronach przybliżamy sylwetki i dokonania naukowe tegorocznych laureatów Nagrody Nobla w dziedzinie fizyki: Rajmunda Davisa, Masatoshi Koshiba i Riccardo Giacconiego. Wszyscy ci astrofizycy stworzyli nowe metody i otwierali nowe pola badań Kosmosu. Ich badania leżą u podstaw astronomii neutrinoowej i astronomii promieniowania rentgenowskiego, a rezultaty zmieniły wiele w naszym „widzeniu” i rozumieniu Wszechświata. Trochę dalej w głębi zeszytu, w „Rozmaitościach”, omawiamy trzęsienia gwiazd, które odsłaniają gwiezdne sekrety.

Kontynuujemy nasz „Poradnik obserwatora”. W bieżącym roku pragniemy więcej miejsca poświęcić zastosowaniom cyfrowych aparatów fotograficznych w astronomii. Natomiast nie znalazł się „Poradnik konstruktora teleskopu”, bowiem Autorzy nie dostarczyli stosownych materiałów w terminie pozwalającym na ich włączenie do tego numeru. Zainteresowanych odsyłam do naszych stron internetowych, gdzie od pewnego czasu funkcjonuje poradnik konstruktora, a jego treść wychodzi poza materiały publikowane na naszych stronach „papierowych”, a czasem nawet je wyprzedza.

W dalszym ciągu, w „Elementarzu Uranii”, odkrywamy tajemnice gwiazd różnych typów widmowych. W bieżącym zeszycie Krzysztof Rochowicz omawia gwiazdy typu widmowego A. W „Astronomii w szkole”, prof. Juliusz Domański proponuje szereg astronomicznych doświadczeń na lekcjach fizyki. Niedawno jeszcze w szkole były lekcje fizyki z astronomią. Teraz jest (podobno z powodu ignorancji urzędników ministerialnych, którzy niezbyt dobrze znają język polski) fizyka i astronomia, ale już w podstawach programowych i zatwierdzonych przez Ministerstwo podręcznikach treści astronomiczne jakoś znikają. Czy propozycje prof. Domańskiego przyczynią się do poprawienia pozycji astronomii w szkołach Ojczyzny Kopernika?

Z wydarzeń krajowych omawiamy Międzynarodową Konferencję Meteorytową we Fromborku, Zlot Miłośników Astronomii OZMA w Królikowie, Konferencję Sekcji Obserwatorów Komet PTMA w Krakowie, obserwacje Leonidów i nadanie imienia Ary'ego Sternfelda Łódzkiemu Planetarium i Obserwatorium Astronomicznemu.

Rok 2002 był obfit w komety wystarczające jasne, aby mogły być obserwowane przez miłośników nieba. Ogólny przegląd dokonań polskich miłośników astronomii na tym polu przedstawił Tomasz Ścieżor w artykule, którego część pierwszą opublikowaliśmy w poprzednim zeszycie „Uranii”, a dokończenie publikujemy w bieżącym. Ale i rok 2003 zapowiada się interesująco dla twórców komety. Właśnie nadeszła wiadomość o odkryciu nowej komety, która może być bardzo jasnym obiektem, dostępnym nie tylko dla wprawnych obserwatorów, ale też i dla zwykłych śmiertelników.

Nasz kalendarzyk astronomiczny jak zwykle o dwa miesiące wyprzedza nominalną datę tego zeszytu i już zapowiada zjawiska na niebie, jakie będą w marcu i kwietniu.

Na stronach kolorowych mamy specjalną galerię — przepiękne prace dzieci z I i II klasy Szkoły Podstawowej nr 1 w Bełchatowie. Jeśli dalej będą wzrastały z takim zrozumieniem otaczającego nas świata, to zapewne możemy być spokojni o przyszłość polskiej astronomii.

Pragnę jeszcze raz zwrócić Państwa uwagę na nasze strony internetowe. Mamy nową domenę www.pta.edu.pl fizycznie zlokalizowaną w Centrum Astronomii UMK w Piwnicach k. Torunia. A na tych stronach serwis edukacyjny PTA, „Urania” z szeregiem artykułów on-line i materiałów pomocniczych oraz nasz Internetowy Słownik Astronomiczny.

Z Nowym Rokiem pragnę Wszystkim Państwu życzyć pogody ducha, szczęścia, zdrowia i wielu przyjemności z lektury naszego pisma i naszych stron internetowych.

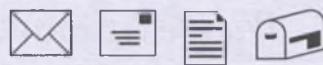
Pozostaję z szacunkiem

08483

Skowron
BIBLIOTEKA
UNIWERSyteT
W TORUNIu

Toruń, w grudniu 2002 roku

URANIA
E. 1d 03
URANIA – POSTĘPY ASTRONOMII



Bezprecedensowa obserwacja

Jeszcze nie przeminęły echa głośnej obserwacji zakrycia planetoidalnego jasnej gwiazdy 5,5 mag. przez planetoidę 345-Tericidina (17 IX), a już (29/30 IX) obserwatorzy zrzeszeni w Sekcji Obserwacji Pozycji i Zakryć PTMA wykonali następne niecodzienne obserwacje.

Otoż w dniach 29–30 września 2002r. doszło w Polsce do zakrycia brzegowego 3 jasnych gwiazd przez Księżyc. Istota zakryć brzegowych jest opisywana w „Uranii” nr 9/1995, zeszycie „Materiałów SOPiZ” oraz w „Poradniku Obserwatora Pozycji i Zakryć” (Biblioteka Uranii nr 12). Obecnie wykonywanie tego typu obserwacji siedowano na miłośników astronomii. Jest to więc ta dziedzina astronomii, gdzie amatorskie obserwacje mają znaczenie naukowe.

Ale powróćmy do potrójnego zakrycia. Mapka pokazuje pasy, w których zakrycia brzegowe mogły być widoczne. Obserwacja pierwszego zakrycia gwiazdy ZC1030 była organizowana pod Krosnem przez tamtejszy oddział PTMA. W Krakowie zawiązała się „grupa mobilna”, która miała wykonać wszystkie 3 obserwacje, udając się do rejonów zakryć tam, gdzie będzie dobra pogoda.

W końcowym efekcie obie grupy wykonały obserwacje z powodzeniem, z tym że „grupa mobilna” działała na Słowa-

cji. Dołączyła ona do ekspedycji słowackiej w Krywaniu, gdzie było znakomicie czyste niebo. To właśnie owa czystość nieba pozwoliła zarejestrować nawet częściowe zakrycie gwiazdy przez brzeg tarczy Księżyca (do wglądu nagranie CCD-video).

Po wykonaniu tej obserwacji pozostało jedynie ok. 5 godzin do następnej „brzegówki” (ZC1055), której obserwacja została przygotowana pod Kalwarią Zebrzydowską.

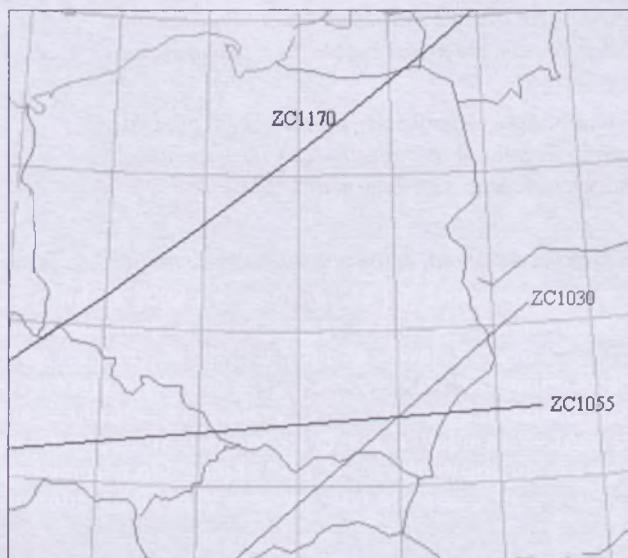
Ta akcja również się udała, gdyż obserwatorzy zdążyli się tu przemieścić, a i pogoda w Kalwarii była znakomita.

Do obserwacji trzeciego zakrycia brzegowego gwiazdy ZC1170, które miało nastąpić 30 IX o 23:35 UT obserwatorzy z centralnej i północnej Polski przygotowali się pod Włocławkiem.

„Grupa mobilna” wyruszyła w rejon lepszej pogody do Lwówka Śląskiego. Jednak z powodu mocno rosnącego zachmurzenia mobilni obserwatorzy przerwali ekspedycję, a i we Włocławku chmury również uniemożliwiły przeprowadzenie obserwacji.

Podsumowując, można powiedzieć o sukcesie, chociaż może niepełnym. Wyniki obserwacji można obejrzeć na stronie www. SOPiZ-u oraz w „Materiałach SOPiZ”. Oczywiście wyniki te przekazywane są zawsze do odpowiednich ośrodków zajmujących się zakryciami Księżyckowymi.

Leszek Benedykowicz



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!

**Kupię
Sprzedam
Zamienię
Nawiążę kontakt...**

Kupię CIEKAWE, nagrane na kasetę magnetofonową rozmowy o gwiazdach, czarnych dziurach, galaktykach, innych planetach, itp.
Jerzy. P.Box 160, 3441 Royken, Norwegia

Sprzedam teleskop Newtona 200/1000 oraz mechanizm zegarowy UMZ 8. Tel. kom. 0504904252

Sprzedam teleskop Newtona 150/1400 mm + 4 okulary. Kupię archiwalne numery „Uranii”. Henryk Bars, tel. 022-7576806 wieczorem lub tel. kom. 0604879117

Sprzedam teleskop „szukacz komet”. Średnica zwierciadła 150 mm, ogniskowa 900 mm, maks. pow. 500x. Montaż paralaktyczny z mikroruchami. Stan bardzo dobry. Cena 1200 zł. Leszek Drzazgowski, Bytom, tel. 280 5354

W tej rubryce zamieszczamy bezpłatnie ogłoszenia naszych Czytelników (do 250 znaków).

Szanowny Panie Redaktorze,

Swoją działalnością astronomiczną zajmuję się około półtora roku. Obecnie około roku jestem entuzjastą gwiazd zmiennych fizycznie, natomiast czytelnikiem „Uranii-Postępów Astronomii” — około roku. Od tego czasu zdążyłem zauważyć, że Wasza redakcja skrupulatnie zamieszczają w „Uranii-PA” listy czytelników, a także na nie odpowiadają. Dlatego postanowiłem się do Was, Szanowna Redakcjo, zwrócić z jednym nurtującym mnie pytaniem. (...) Jak można zamienić „normalną” datę na juliańską?

Red.: Zapewne Naszemu Czytelnikowi chodzi o transformację daty kalendarza gregoriańskiego na datę juliańską (JD).

Tak jak to robi nasz Czytelnik, datę lub inaczej dzień juliański, można odczytać, korzystając ze specjalnych tabel. Taka tabela, obok wielu innych użytecznych tabel, podana jest też na stronach internetowych naszego pisma. I tak na przykład 1 stycznia 2002 (12 UT) odpowiada JD = 2452276. Istnieją również algorytmy, które pozwalają przeliczyć datę kalendarza gregoriańskiego na datę juliańską. Jeden z prostszych algorytmów, który daje poprawne wyniki w okresie od 1 marca 1900 do 28 lutego 2100, podajemy poniżej.

Niech **R**, **M**, **D** oznaczają odpowiednio rok, miesiąc i dzień daty kalendarza gregoriańskiego. JD na południe (12^hUT) tego dnia, miesiąca i roku wyliczymy, podstawiając wartości liczbowe do formuły:

$$JD = 367 \cdot R - \text{int}\left(\frac{7 \cdot (R + \text{int}((M+9)/12))}{4}\right) + \text{int}\left(\frac{275 \cdot M}{9}\right) + D + 1721014$$

gdzie $\text{int}(x)$ oznacza część całkowitą liczby x ($\text{int}(122,22) = 122$).

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.

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 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

Pocztą elektroniczną (E-mail address):

aw@astronomy.uni.torun.pl

Adres WWW:

<http://urania.pta.edu.pl>

<http://urania.camk.edu.pl>

Druk:

Zakład Poligraficzno-Wydawniczy
POZKAL, Inowrocław

Dystrybucja:

Karolina Wojtkowska, CA UMK,
ul. Gagarina 11, 87-100 TORUŃ
tel. (0-56) 611 30 14
E-mail: urania@astronomy.uni.torun.pl

Prenumerata w roku 2003 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 30/8, 31-027 Kraków
tel. (0-12) 422 38 92
E-mail: ptma@oa.uj.edu.pl
WWW: oa.uj.edu.pl/~ptma

Numer zamknięty w grudniu roku 2002

* 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 80 lat astronomii z „Uranią”

Andrzej K. Wróblewski

Artykuł jest pisaną wersją wykładu, który Autor wygłosił na uroczystości jubileuszu 80-lecia „Uranii” w lutym 2002 r. w CAMK-u w Warszawie. Stanowi prezentację najważniejszych wydarzeń w rozwoju astronomii od roku 1920 oraz tego, jak były one prezentowane w „Uranii”. Bogatsza, niż mogliśmy tutaj zaprezentować, dokumentacja ikonograficzna tego wykładu znajduje się na stronach internetowych „Uranii-Postępów Astronomii”.

16 Kosmiczne neutrina i źródła promieniowania X Astrofizycy laureatami Nagrody Nobla 2002 r.

Andrzej Woszczyk

Rajmund Davis Jr. i Masatoshi Koshiba rozwinieli metody detekcji neutrin kosmicznych. Ich odkrycia otworzyły nowe pole badań astronomicznych - astronomię neutrinową z szerokimi implikacjami dla fizyki cząstek elementarnych, astrofizyki i kosmologii.

Riccardo Giacconi odkrył pierwsze źródło promieniowania X poza Układem Słonecznym przy pomocy rakiety. Późniejsze jego satelity i obserwatoria kosmiczne promieniowania X odkryły wiele niezwykłych obiektów i pozwoliły zrozumieć relacje zachodzące między nimi. Wyświetl tych badaczy wiele zmieni w naszym obrazie i rozumieniu Wszechświata.

w kolorze: Słoneczne przesilenie 22 grudnia 2002 r. (okł. II); M 33 (rozkładówka); Galeria Uranii (wkł. I, IV; okł. III); Zaćmienie Słońca 21.06.2001 w Zambii (okł. IV)

22 **elementarz Uranii:** Typ widmowy A

24 **w kraju:** International Meteor Conference (IMC) — Frombork 2002 (24); Planetarium im. Ary'ego Sternfelda (38); IV Konferencja Sekcji Obserwacji Komet PTMA (38)

25 **poradnik obserwatora:** Aparat cyfrowy w astrofotografii (podstawowe możliwości)

27 **astronomia w szkole:** „Astronomiczne” doświadczenia z fizyki

30 **P.T. Miłośnicy Astronomii obserwują:** Kometarna wiosna 2002 r. część II (30); Ostatnie Leonidy (34)

36 **rozmaistości:** Trzęsienia gwiazd odsłaniają gwiazdne sekrety (36); Ogólnopolski Zlot Miłośników Astronomii 2002 — Maraton Messiera (37)

40 **kalendarz astronomiczny 2003:** marzec — kwiecień

46 **recenzje:** Ken Croswell, ŁOWCY PLANET. W poszukiwaniu niewiadomych światów

47 **astronomia i muzyka:** Dźwiękowe pamiątki z Księżyca

48 **relaks z Uranią:** astrokrzyżówka

48 **ciekawe strony internetowe**

NA OKŁADCE

Z daleka całość przypomina kształtem orła. Jednak gdy się przyjrzymy bliżej Mgławicy Orzeł, widać, że jasny obszar jest tak naprawdę okiem do wnętrza ciemnej otoczyły pyłu. Przez to okno widzimy jasno oświetlony obszar, w którym tworzy się cała gromada otwarta gwiazd. Wysokie słupy i kule ciemnego pyłu i zimnego gazu molekularnego pozostały tam, gdzie wciąż tworzą się gwiazdy. Już widać kilka jasnych, młodych, niebieskich gwiazd, których światło i wiatr gwiazdowy wypala i odpływa pozostałe włókna oraz ściany gazu i pyłu. Mgławica emisyjna Orzeł, znana też jako M16, leży około 6500 lat świetlnych od nas, ma średnicę około 20 lat świetlnych i jest widoczna przez lornetki w kierunku gwiazdozbioru Węża. Powyższe zdjęcie jest złożone z trzech kolorów i zostało zrobione teleskopem o średnicy 0,9 m na Kitt Peak w Arizonie, USA.

Fot. N. Grosso (MPE), i in., ESO



Przekształcenie godzinnego multimedialnego wykładu w artykuł, nawet obficie ilustrowany, jest zadaniem właściwie niemożliwym.
Poniższy tekst odbiega więc od tego, co przedstawiłem słuchaczom przed rokiem (18 lutego 2002 r.), podczas sesji jubileuszowej „80-lecia Uranii” w sali CAMK w Warszawie.

Zarówno tamten wykład, jak i poniższy tekst to próby przedstawienia skrótu najważniejszych wydarzeń w rozwoju astronomii od roku 1920 oraz tego, jak były one relacjonowane w „Uranii”.

Ze zrozumiałych powodów koncentruję się na wydarzeniach najdawniejszych, ponieważ te z lat ostatnich są jeszcze dobrze zachowane w pamięci. Wybór jest oczywiście subiektywny i Czytelnicy niewątpliwie zauważą niektóre opuszczenia.

80 lat astronomii z „Uranią”

Astronomia przed rokiem 1920

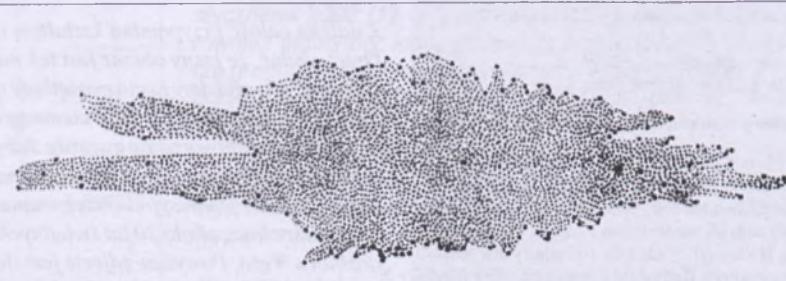
Chyba wszyscy astronomowie i miłośnicy astronomii się zgodzą, że w ostatnich latach postęp astronomii był niezwykle szybki. Zapewne niektórzy czytelnicy zdziwią się więc, usłyszawszy, że taką opinię wypowiadano już nie raz i to dawno temu. Oto, na przykład, zdanie: „Postęp wiedzy astronomicznej w ostatnich 25 czy 30 latach był niewiarygodnie szybki” znajdujemy w książce Edmunda Ledgera *The Sun. Its Planets and Their Satellites* wydanej w 1882 r., a więc 120 lat temu!

O niebywałyym postępie wiedzy astronomicznej w ostatnim stuleciu najlepiej świadczy porównanie obecnej znajomości kosmosu z tym, co wiedziano o nim tuż przed 1920 r.

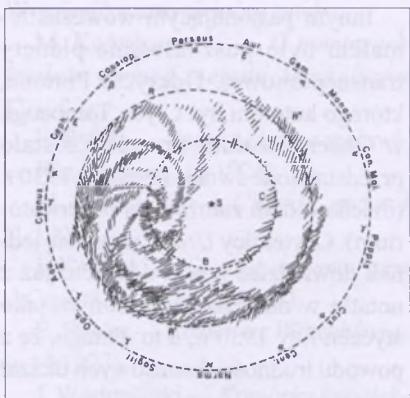
Jeśli chodzi o planety, posiadano wtedy tylko informacje (częściowo fałszywe) o rozmiarach, okresach rotacji i topografii powierzchni (na podstawie obserwacji wizualnych przez teleskopy z Ziemi). Jeszcze mniej wiedziano o Słońcu i gwiazdach — nieznany pozostawał ich skład chemiczny i źródło energii. Przyjmowano też, że wszystkie

widzialne ciała niebieskie należą do jednego układu — Galaktyki — o średnicy około 300 000 l.s. Astronomia poza-galaktyczna po prostu nie istniała. Ta wiedza astronomiczna wydawała się być dobrze ugruntowana. Oto znana autorka książek astronomicznych, pani Agnes Clerke, w poczytnej książce *The System of the Stars* (1890) wypowiadała się na ten temat dość kategorycznie: „Pytanie, czy mgławice są galaktykami leżącymi poza Drogą Mleczną nie wymaga już dłużej dyskusji. Odpowiedzi dostarczyły postępy naszych odkryć. Można śmiałko twierdzić, iż żaden fachowiec rozporządzający całym dostępным zbiorem danych nie może już dziś utrzymywać, że jakakolwiek mgławica jest układem gwiazd w rodzaju Drogi Mlecznej. Praktycznie jesteśmy już pewni, że cała zawartość niebos, gwiazdy i mgławice, należą do jednego potężnego zbioru.”

Układ obejmujący wszystkie znane ciała niebieskie wprowadził już w 1785 r. sławny astronom brytyjski William Herschel (rys. 1). Holender Cornelius Easton wysunął w 1900 r. śmiałą hipotezę, że Galaktyka Drogi Mlecznej ma strukturę spiralną (rys. 2).



Rys. 1. Nasz układ gwiazdowy według Williama Herschela (1785)



Rys. 2. Schematyczny rysunek struktury Drogi Mlecznej według Corneliusa Eastona (1900)

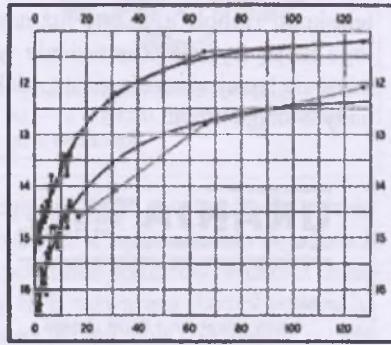
Tymczasem kiełkowało już ziarno wielkiej rewolucji w astronomii. Skromna i nieszczęśliwa, bo ogluchła za młodo, panna Henrietta Swan Leavitt badała cierpliwie gwiazdy zmienne na kloszach obserwatorium harwardzkiego. W 1908 r. zauważyła, iż okres zmienności najjaśniejszych cefeid zidentyfikowanych w Małym Obłoku Magellańskiego jest wyraźnie dłuższy od okresu gwiazd mniej jasnych. W 1912 r. miała już wyniki dla 25 dokładnie zbadanych cefeid. W krótkim komunikacie o tych

173, 3 III 1912 r.). Tak została odkryta zależność okres — jasność dla cefeid, dzięki której nastąpił przełom w wyznaczaniu odległości w astronomii.

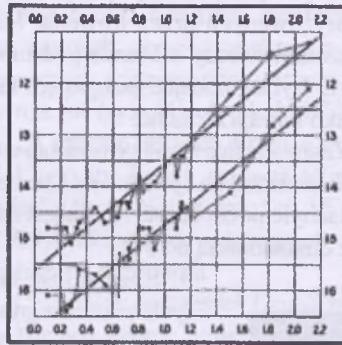
26 IV 1920 r. w Narodowej Akademii Nauk USA odbyła się tzw. „wielka debata”, podczas której dwaj ówczesni sławni astronomowie amerykańscy, Heber Curtis i Harlow Shapley przedstawiali publicznie swe poglądy na temat budowy Wszechświata. Harlow Shapley utrzymywał, że wszystkie widoczne na niebie mgławice leżą w układzie Drogi Mlecznej, natomiast Heber Curtis był zdania, że mgławice spiralne są galaktykami podobnymi do układu Drogi Mlecznej. Dziś wiemy, że rację miał Curtis, ale ówczesnie spór pozostawał nierostrzynięty.

Powstanie „Uranii”

Początki *Uranii* były już kilkakrotnie opisywane na tych łamach z okazji kolejnych rocznic (Stanisław Lubertowicz, „Czterdziestolecie czasopisma *Urania*”, 5/1962; Ludwik Zajdler, „45 lat Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii”, 2/1967; Ludwik Zajdler, „Na marginesie sześćdziesięcioletcia



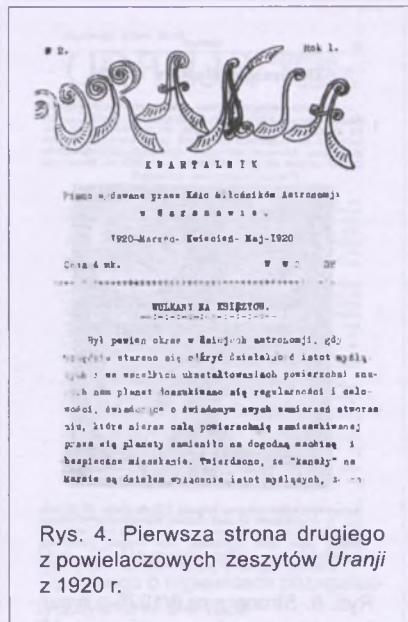
Rys. 3. Związek między jasnością i okresem zmienności cefeid w Małym Obłoku Magellana; dwie linie oznaczają jasność maksymalną i minimalną (wg Henrietty Leavitt, 1912)



wynikach zawarła ważne stwierdzenie: „Ponieważ te gwiazdy zmienne znajdują się przypuszczalnie w niemal jednakowej odległości od Ziemi, więc ich okresy są najwidoczniej skorelowane z rzeczywistą emisją światła, określona przez ich masę, gęstość i jasność powierzchniową.” Na tej podstawie panna Leavitt mogła wypowiedzieć sławny wniosek, iż „można zauważać zdumiewającą zależność między długością okresu tych gwiazd zmiennych i ich jasnością.” (rys. 3, z *Harvard Obs. Circular No.*

Uranii”, 10/1979; Krzysztof Ziołkowski, „Siedemdziesięciolecie *Uranii*”, 3/1992). Ale grono czytelników naszego czasopisma stale się odnosi, toteż dla nowych warto choćby w telegraficznym skrócie przypomnieć parę faktów.

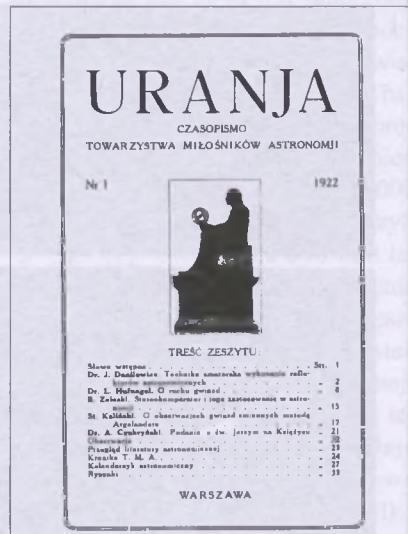
Pierwszy numer *Uranii* wyszedł w listopadzie 1919 r. Był to zeszyt wydany techniką powielaczącą przez Koło Miłośników Astronomii, które utworzyli uczniowie gimnazjalni Stefan Kaliński, Jan Mergenthaler, Stanisław Mrozowski pod opieką ówczesnego nauczyciela dra



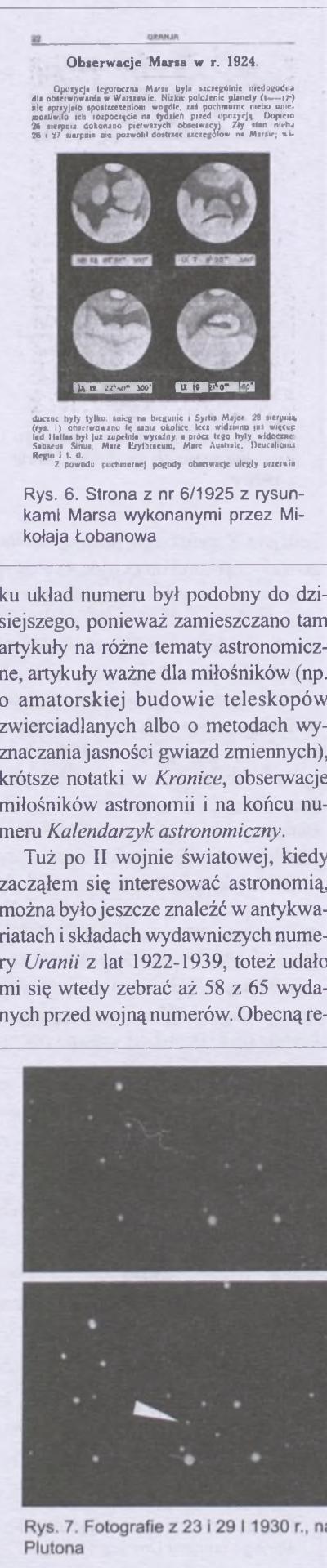
Rys. 4. Pierwsza strona drugiego z powielaczych zeszytów *Uranii* z 1920 r.

Felicjana Kępińskiego, później sławnego badacza orbit komet (rys. 4). Powielaczych zeszytów *Uranii* ukazało się cztery i są one dziś wielką rzadkością (nigdy nie udało mi się zobaczyć żadnego z nich!).

Koło zostało szybko przekształcone w Towarzystwo Miłośników Astronomii. Wśród jego pierwszych działaczy byli też: urzędnik pocztowy Maksymilian Białecki, profesorowie Czesław Białobrzeski i Władysław Dziewulski, a także ówczesni studenci i młodzi asystenci, a później znani uczeni: Władysław Kapuściński, Lucjan Orkisz, Andrzej Sołtan, Edward Stenz, Kazimierz Zarankiewicz i Antoni Zygmund. Towarzystwo wydało pierwszy numer swego czasopisma w 1922 r., zachowując tytuł *Urania* (rys. 5). Już od samego począ-

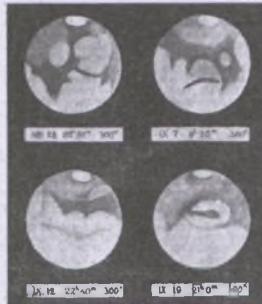


Rys. 5. Okładka pierwszego drukowanego numeru *Uranii* z 1922 r.



Obserwacje Marsa w r. 1924.

Opozycja (egzocenna) Marsa była szczególnie niedogodna dla obserwowania w Warszawie. Niższe położenie planety (4—17°) nie sprzyjało spostrzeżeniom wieczorów, też pochmurne niebo uniemożliwiło jej zaopatrycie na tydzień przed opozycją. Dopiero 26 sierpnia dokonano pierwszych obserwacji. Zły stan nieba 26 i 27 sierpnia nie pozwolił dostarczyć szczegółów na Marsie; u-



duczych był tylko unik na bieguncie i Syrius Major. 28 sierpnia, (rys. 1) charakteryzował ją samą okolice, leca widziano już więcej; i od 18 sierpnia był już zupełnie wyraźny, a przede tego były wykroczenia: Sabucus, Sinus, Mare Erythraeum, Mare Australe, Iucundus Regio i L. d.

Rys. 6. Strona z nr 6/1925 z rysunkami Marsa wykonanymi przez Mikołaja Łobanowa

ku układu numeru był podobny do dzisiejszego, ponieważ zamieszczano tam artykuły na różne tematy astronomiczne, artykuły ważne dla miłośników (np. o amatorskiej budowie teleskopów zwierciadlanych albo o metodach wyznaczania jasności gwiazd zmiennych), krótsze notatki w *Kronice*, obserwacje miłośników astronomii i na końcu numeru *Kalendarzyk astronomiczny*.

Tuż po II wojnie światowej, kiedy zacząłem się interesować astronomią, można było jeszcze znaleźć w antykwariatach i sklepach wydawniczych numery *Uranii* z lat 1922–1939, toteż udało mi się wtedy zebrać aż 58 z 65 wydanych przed wojną numerów. Obecną re-

lację opieram właśnie na podstawie ponownej lektury tej kolekcji. Nasze czasopismo przechodziło różne kolejce, kilkakrotnie zmieniało wygląd zewnętrzný i format, a redakcja przeniosła się z Warszawy do Lwowa.

W pierwszych rocznikach *Uranii* znajdujemy artykuły na tematy typowe dla ówczesnych zainteresowań astronomów.

Przykładowo, w 1924 r. nastąpiła „wielka” opozycja Marsa i planeta ta stała się obiektem obserwacji wielu astronomów. Nie zabrakło także wkładu polskiego. W nr 6 zbioru *Uranii* (1925) Mikołaj Łobanow przedstawił swoje rysunki (rys. 6). Ustępowały one oczywiście, ale niewiele, rysunkom wykonywanym przez obserwatorów, którzy mieli dostęp do większych lunet. Eugeniusz Rybka opracował artykuł „Mars w świetle najnowszych badań” (9/

1925). W tym okresie nadal jeszcze dyskutowano sprawę „kanałów” na Marsie, odkrytych przez Schiaparelliego i popularyzowanych przez Lowella. Stan ówczesnej wiedzy o Marsie podsumował E. Rybka, podając następujące fakty jako niezaprzecjalne:

1. „Znany jest fakt trwałego istnienia wielu plam ciemnych i jasnych na Marsie.
2. Nachylenie osi obrotu Marsa jest znane z dokładnością do 0,1°.

3. Rozciągłość białych plam biegunowych jest zależna od pór roku na Marsie.

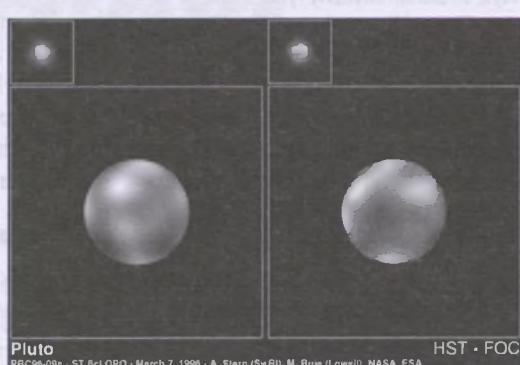
4. Wielkie ciemne plamy bywają zmienne pod względem natężenia i barwy.

5. Jasne okolice bywają często okryte białym lub żółtym woalem.

6. Prócz wielkich plam jest wiele drobnych linii, które będąc na granicy widzialności nie są jeszcze dokładnie znane.”

Do Marsa wróciemy jeszcze w dalszej części artykułu.

Innym pasjonującym wówczas tematem było poszukiwanie planety transneptunowej. Odkrycie Plutona, którego autorem był Clyde Tombaugh w Obserwatorium Lowella, zostało przedstawione światu 13 marca 1930 r. (dzień urodzin założyciela obserwatorium). Czytelnicy *Uranii* mogli się jednak dowiedzieć o tym odkryciu już z notatki w numerze oznaczonym jako styczeń/luty 1930 r., a to dlatego, że z powodu trudności finansowych ukazał



Rys. 8. Mapa Plutona wykonana na podstawie zdjęć z teleskopu Hubble'a

się on „z poślizgiem”. W 1930 r. Pluton był dla nas tylko świecącym punktem (rys. 7), a obecnie, dzięki użyciu teleskopu Hubble'a, mamy już nawet jego mapę (rys. 8). Zestawienie tych zdjęć najlepiej obrazuje postęp dokonany w ciągu 70 lat.



Rys. 9. Strona z nr 2/1927 z artykułem Felicjana Kępińskiego o cefaidach

Warto podkreślić, że *Urania* od początku swego istnienia miała artykuły o najbardziej aktualnych zagadnieniach astronomii poza układem słonecznym.

Wymienić warto niektóre tytuły:

M. Kowalczewski — *O pomiarach średnic gwiazd metodą Michelsona* (2/1922),

E. Rybka — *Jasne i ciemne mgławice Wszechświata* (6/1924),

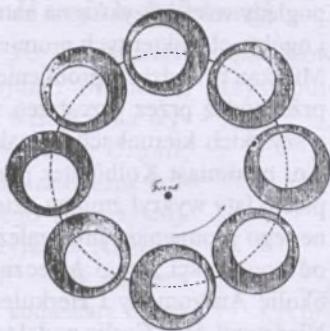
M. Łobanow — *Chemia gwiazd* (1/1926),

F. Kępiński — *Gwiazdy zmienne typu δ Cephei (Cefeidy)* (2/1927),

E. Rybka — *Rozmiary Wszechświata* (4/1927),

J. Wasiutyński — *Komórka fotoelektryczna i jej zastosowanie w fotometrii astronomicznej* (9-10/1929).

Interesujący — zwłaszcza dla historyka astronomii — jest artykuł Kępińskiego o cefidach (rys. 9). Dowiadujemy się z niego, że istniało wówczas wiele hipotez na temat mechanizmu zmian ich jasności. Początkowo przypuszczano, że



Rys. 10. Model cefeid według Dunca — z artykułu Felicjana Kępińskiego o cefeidach

mogą być to po prostu układy zaćmieniowe, ale tę hipotezę udało się odrzucić na podstawie pomiarów prędkości radialnej. Była rozważana skomplikowana hipoteza przypływów i odpływów w układach gwiazd podwójnych i hipoteza erupcji. W wymyślnej teorii Dunca jedna z gwiazd układu podwójnego miała być otoczona rzadką masą mgławicową, a jaśniejszą gwiazdę układu otaczała atmosfera o znacznej zdolności absorpcyjnej. Podczas ruchu obiegowego wokół środka masy atmosfera ta miała być „zmiatana” na tylną stronę gwiazdy, także głębokość jej była mniejsza na czołowej stronie ruchu. Teoria pulsacji tych gwiazd, o której wspomniał już Robert Emden w 1907 r., dopiero zdobywała sobie popularność.

Wszechświat staje się większy

Odkrytą przez pannę Leavitt zależność masa — jasność Shapley wykalibro-

wał i zastosował do wyznaczenia odległości gromad kulistych. Według niego gromady kuliste znajdowały się w odległościach od 20 000 do 200 000 l. św. od Ziemi. Prawdziwy przełom nastąpił w 1924 r., kiedy Edwin Hubble znalazł cefeidy w Wielkiej Mgławicy Andromedy (M 31) i wykorzystując odkrycie Leavitt, mógł udowodnić, że M 31 znajduje się w ogromnej odległości od Ziemi, a więc nie może należeć do naszego układu gwiazdnego. Był to początek astronomii pozagalaktycznej. Wielką odległość M 31 od Ziemi postulowano już wcześniej, ale dopiero Hubble mógł podać bardzo przekonywające wyznaczenie tej odległości. Przytoczymy tu zestawienie odległości M 31 przyjmowanych przez różnych autorów.

Odległość M 31 w l. św.

Bohlin (1907)	19
Very (1911)	1 600
Curtis (1919)	500 000
Lundmark (1919)	650 000
Hubble (1924)	850 000

W 1929 r. Edwin Hubble dokonał największego odkrycia w astronomii XX w. Stwierdził mianowicie, że przesunięcie linii w widmach galaktyk jest rosnącą liniową funkcją ich odległości. Hubble bardzo odważnie sformułował ten wniosek, chociaż punkty na jego pierwszym wykresie miały jeszcze spory rozrzut (rys. 11), Artykuł Hubble'a — „A relation between distance and radial velocity among extra-galactic nebulae” (*Proc. Nat. Acad. Sci.* 15, 168 (1929)) należy do najważniejszych w całej historii astronomii.

Czytelnicy ówczesnej *Uranii* mogli na bieżąco śledzić postępy w tej dziedzinie. Niemal w każdym numerze ukazywały się notatki lub dłuższe artykuły

Ogólnego zboru № 32

URANIA

MIESIĘCZNIK
POLSKIEGO
TOwarzystwa
Przyczynowego
Astronomicznego

Reb. IX

MARZEC — KWIECIEŃ 1930 R.

№ 3/4

WIESŁAW OPALSKI

Mgławice pozagalaktyczne*

Mgławice pozagalaktyczne stanowią najogólniejszy, ze względu na konstrukcję, typ galaktyk, dla których istnieje możliwość określania odległości, który decyduje o statusu układu galaktycznego gwiazd do mgławic, przedstawiając odległość. One powinny zaszczytać wymiary absolute mgławic powstającego skupiska, za którym wiekroć mgławice znajdują się poza obrębem skupiska Galaktyki, do którego wilczę gromady kuliste gwiazd.

Zdecydowaną większość poznanych mgławic stanowią mgławice pozagalaktyczne, o przeciwieństwie do galaktyk, czyli populacji gwiazd, składających się z gromad, klastrów, gwiazd pojedynczych i pojedynczych gwiazdek. Mgławice typu galaktycznego koncentrują się wyraźnie w okolicach pasa Druga Gwiazdy, co sugeruje, że to właśnie zbiory z gazu lub pyłu i pozostałe w zasadzie zbiory z drogi Mlecznej Pozagalaktycznej — przede wszystkim grupa, z której zdecydowanie większość gwiazd ma delikatne granice. Główne roszczenia tego Wielkiego misterium są zawsze złączone z olbrzymimi chmurami gwiazd, jak masy Galaktyka, chociaż z reguły niewielkie mniejsze. Najokazalsza z nich M 31, a także M 101, mające około 3° średnicy i ma jasność całkowitą ponad 7 magnitud, wykazują kilkunastodziesiątowy eksponencjalny wzrost, wynikający z odległości galaktyk i niespotykanych reflektorów do ujawnienia ich masy. Jedynie ten fotografia umożliwia dokładną klasyfikację tych obiektów i wrogie pracą w dziedzinie.

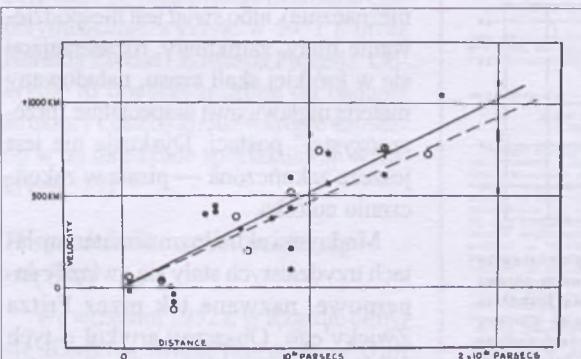
Z powodu rozbójnych schematów klasyfikacji najskuteczniej przyjmuje się schemat E. Hubble'a:

* Autor wykonał na powyższym temat oryginalny wokół 1930 r. w Kole Naukowym Oddziału Warszawskiego P. T. R. N. w dniu 15. maja 1930 r.

Rys. 12. Początek artykułu Wiesława Opalskiego o mgławicach pozagalaktycznych z nr 3-4/1930

na ten temat. Fascynację ówczesnych astronomów tak nagle powiększonym kosmosem dobrze przedstawia końcowy wyjątek z artykułu „Rozmiary Wszechświata” Rybki 4/1927. „Bardzo często mgławice występują gromadami; jedną z ciekawszych gromad jest grupa około 100 mgławic na granicy gwiazdozbiorów Panny i Warkocza Bereniki. Shapley i Hubble niezależnie od siebie ocenili odległość do tej grupy na mniej więcej 10 000 000 lat światła. Astronom niemiecki Wolf znalazł w pobliżu bieguna ekliptyki zbiorowisko mgławic spiralnych złożone z 1500 tych olbrzymów „światów-wysp”. Odległość ich astronom szwedzki Lundmark ocenia na 800 000 000 lat światła.

Przy tych cyfrach stajemy już wobec zagadnienia, czy świat jest skończony czy też kresów nie posiada. Jak wiadomo, teoria względności zakłada, że świat jest skończony, z najnowszych zaś badań wynika, że promień jego powinien wynosić 27 000 000 000 parseków, czyli 80 000 000 000 lat światła. Zagadnienie to jednak dugo jeszcze może pozostać bez odpowiedzi, największe bowiem teleskopy pozwalają nam na wgląd we Wszechświat tylko na bardzo drobny ułamek jego promienia. Jak dotąd, świat



Rys. 11. Oryginalny wykres Edwina Hubble'a (1929), na podstawie którego zostało sformułowane prawo liniowego związku przesunięcia ku czerwieni z odlegością galaktyk od Ziemi

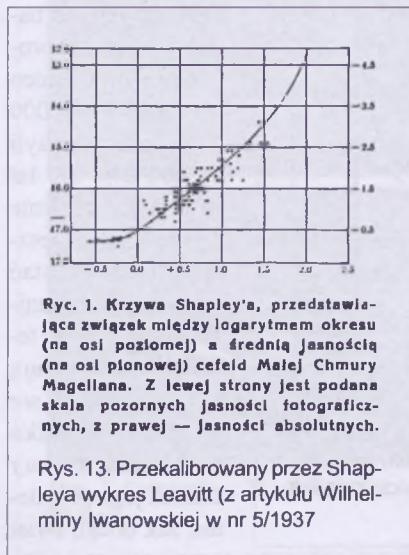
dla nas jest jeszcze bezgraniczny i przygniały nas swym ogromem i majestatem."

O pomiarze Hubble'a odległości do M 31 napisał już F. Kępiński w artykule o cefidach. W artykule Wiesława Opalskiego — „Mgławice pozagalaktyczne” (3/1930) była już mowa o odkryciu rozszerzania się Wszechświata (rys. 12).

Warto jednak wspomnieć o tym, że wielkie prędkości ucieczki mgławic spiralnych, czyli galaktyk, wydawały się wówczas nierealne. Tak więc, zgodnie z niektórymi ówczesnymi poglądami pisano w *Uranii* (9/10/1929):

„...tak silne przesunięcia prążków widma nie dają się wytlumaczyć samą tylko prędkością radialną, przeto znalezione wartości oznaczają autorzy jako >>pozorne<<...”

W innej notatce (3/1937) pisano, że „przesunięcie prążków widmowych ku czerwieni u odległych mgławic spiralnych interpretowane jako przesunięcie Dopplerowskie, prowadzi do modelu świata zbyt małego, by mógł być realnym... Wyniki Hubble'a są interpretowane albo jako niezbyt dokładne (Eddington), albo jako prowadzące do świata, którego krzywizna jest ujemna (Mc Vittie), albo wreszcie odżywa zatrzucona hipoteza o stracie energii przez kwant światła, co powoduje oczywiście wydłużenie się fali światła. Zdaje się wszystko za tym przemawiać, że decydujące rozstrzygnięcie w tej sprawie przyniesie uruchomienie będącego w budowie 5-metrowego zwierciadła.”



Rys. 13. Przekalibrowany przez Shapleya wykres Leavitt (z artykułu Wilhelminy Iwanowskiej w nr 5/1937)

Wilhelmina Iwanowska, wówczas młody docent obserwatorium wileńskiego, w obszernym artykule „Astronomia pozagalaktyczna” (5/1937) wyjaśniała szczegółowo kłopoty ówczesnych astronomów. Wskutek błędnej — jak się mia-

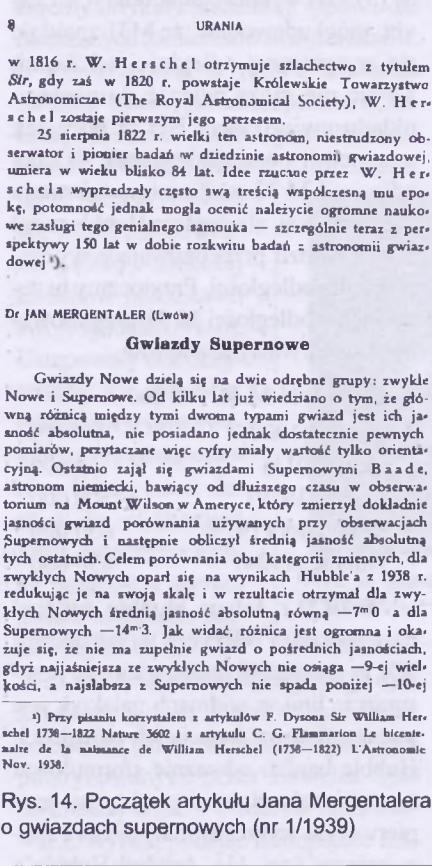
odgrywać na przełomie XX i XXI w. — o czym wspomnimy w końcowej części artykułu.

Fascynacja astronomią pozagalaktyczną sprawiła zapewne, że innym ważnym zagadnieniom poświęcano w *Uranii* niewiele miejsca. Na przykład

przełomowe osiągnięcie Arthura Eddingtona, który w 1924 r. podał pierwszy związek masa-jasność dla gwiazd, doczekało się tylko krótkiej wzmianki w nr 4/1929.

Odkryte w 1912 r. przez Victora Hessa promienie kosmiczne pozostały w tym czasie bardzo tajemnicze, jak można się przekonać z notatki w nr 4/1928: „Niedawno wykryto w naszej atmosferze promieniowanie bardzo przenikliwe, o bardzo wysokiej częstotliwości drgań pochodzenia niewątpliwie kosmicznego. Istnieją różne poglądy wśród fizyków na naturę i ogólny charakter tych promieni. Millikan twierdzi, że promienie te przechodzą przez przestrzeń we wszystkich kierunkach jednakowo, natomiast Kolhörster przed pięciu laty wykrył zmiany dzienne tego promieniowania, zależne od wysokości Drogi Mlecznej, okolic Andromedy i Herkulesa. Niedawno Alex Corlin podał teorię, która tłumaczy zmiany dzienne tego promieniowania przez promienie, pochodzące z gwiazd zmiennych długookresowych typu Mira Ceti około maksimum blasku. Zagadniem tym zajął się B. P. Gerasimowicz w Ameryce, jednakże jego wyniki nie zgadzają się z wnioskami Corlina. Zagadnienie jest więc w dalszym ciągu otwarte.”

Tuż przed wybuchem II wojny światowej Hans Bethe dokonał ważnego odkrycia. W epokowej pracy *Energy production in stars (Phys. Rev. 55, 434 (1939))* wyjaśnił źródło energii gwiazd, udowadniając istnienie cyklu reakcji termojądrowych przemiany wodoru w hel. Wiadomość o tym wydarzeniu nie zdążyła już jednak dotrzeć do czytelników *Uranii*. Ostatnie informacje na ten temat mogli czerpać z artykułu „Źródła promieniowania gwiazd” Antoniego Opolskiego (3/1937), wówczas magistra i asystenta we Lwowie. Zawarte tam były już jednak rozważania o hipotetycznej możliwości „zamiany masy na energię”.



Rys. 14. Początek artykułu Jana Mergentalera o gwiazdach supernowych (nr 1/1939)

ło potem okazać — kalibracji związku masa-jasność przez Shapleya (rys. 13), hipoteza o rozszerzaniu się Wszechświata napotykała na liczne sprzeczności, tak że sam Hubble zaczął odnosić się do tego tłumaczenia sceptycznie. Jego ówczesne konkluzje, powtórzone przez Iwanowską, były takie: albo świat nie rozszerza się (lub rozszerza się bardzo nieznacznie), albo świat jest niespodziewanie mały, zamknięty, rozszerzający się w krótkiej skali czasu, naładowany materią mgławicową w specjalnie „przejrzystej” postaci. Dyskusja nie jest jeszcze zakończona — pisała w zakończeniu autorka.

Modnym i aktualnym tematem w latach trzydziestych stały się gwiazdy supernowe, nazwane tak przez Fritza Zwicky'ego. Obszerny artykuł o tych obiektach napisał Jan Mergenthaler (rys. 14) w jednym z ostatnich przedwojennych numerów *Uranii* (1/1939). Wówczas jeszcze nie podejrzewano, jak wielką rolę badanie tych gwiazd miało

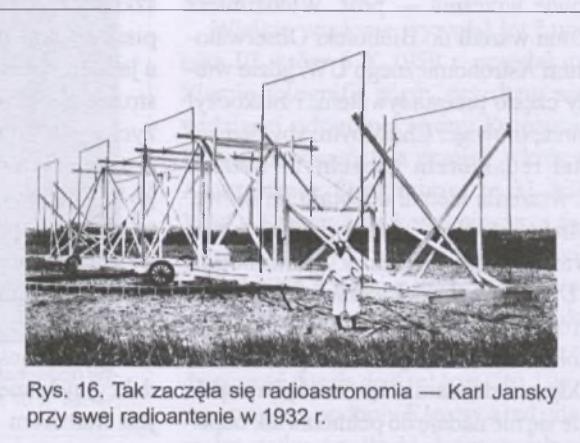


Odrodzenie „Uranii” po II wojnie światowej

„Po 7 latach przerwy, spowodowanej wojną i okupacją, przystępujemy do wznowienia wydawnictwa *Uranii*, jako czasopisma Polskiego Towarzystwa Przyjaciół Astronomii” — tak zaczynał się komentarz od redakcji pierwszego powojennego numeru *Uranii* (rys. 15), który nosił oznaczenie maj-czerwiec 1946 (nr 1-2/1946). Pierwsze numery, redagowane przez Jana Gadomskiego, zawierały oczywiście wykaz strat poniesionych przez astronomię w Polsce wskutek wojny i okupacji. Trzeba było też nadrabiać opóźnienie informacyjne spowodowane wojną. A było ono spore. Na przykład pierwsze poprawne wyjaśnienie cyklu Bethego czytelnicy *Uranii* mogli znaleźć dopiero w artykule Adama Strzałkowskiego — „Dlaczego gwiazdy świecą” (5-6/1951).

Wcześniej o parę lat artykuł na ten temat (Jan Mergenthaler — „Dlaczego Słońce świeci”, *Urania* 3-4/1946) zawierał niestety błędy merytoryczne — autor pisał np., że w procesie produkcji energii „znika nie tylko wodor; zużywa się również i azot, jednak dostarczyciem energii jest głównie wodor.”

Pierwsze informacje o radioastronomii, zapoczątkowanej w 1932 r. przez



Rys. 16. Tak zaczęła się radioastronomia — Karl Jansky przy swojej radioantenie w 1932 r.

Karla Jansky’ego (rys. 16), czytelnicy *Uranii* uzyskali dopiero z artykułu Wilhelminy Iwanowskiej — „Astronomia radiowa” (11-12/1951). W tym wypadku jednak „winę” ponosi całe środowisko astronomów, które w pierwszym okresie bardzo podejrzliwie odnoсиło się do wyników Jansky’ego. Choć odkrycie fal radiowych z kosmosu zostało nawet zaprezentowane w prasie codziennej (*New York Times*, 14 V 1933 r.), astronomowie w większości ignorowali wyniki badań Jansky’ego i Grote Rebera, który jako

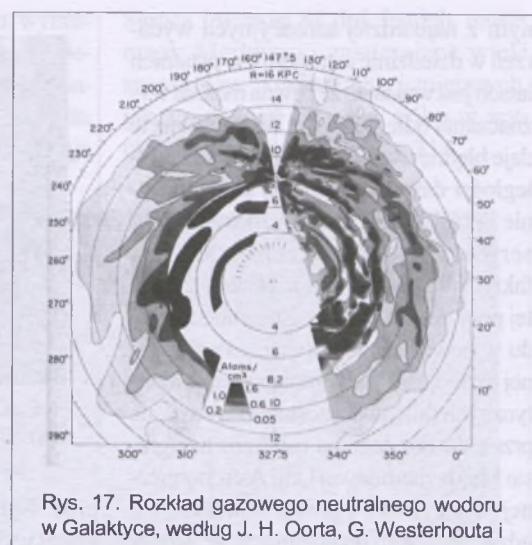
drugi zajął się tą nową dziedziną. Dopiero po wojnie zainteresowanie radioastronomią zaczęło gwałtownie rosnąć. W 1944 r. holenderski astronom Hendrik Van de Hulst obliczył, że przejście w atomie neutralnego wodoru między stanami

mi równoległego i antyrównoległego ustawienia spinów protonu i elektronu odpowiada promieniowaniu o długości fali 21,2 cm. Promieniowanie to zostało eksperymentalnie wykryte w 1951 r. przez Harolda Ewena i Edwarda Purcella. Odkrycie to otworzyło drogę do badania struktury Galaktyki. Już wkrótce uzyskano w tej dziedzinie spektakularne wyniki (rys. 17).

Wszechświat znów staje się większy

We wrześniu 1952 r. w Rzymie odbył się Kongres Międzynarodowej Unii Astronomicznej, na którym Walter Baade przedstawił sensacyjne wyniki swej analizy cefeid i konkludował, że:

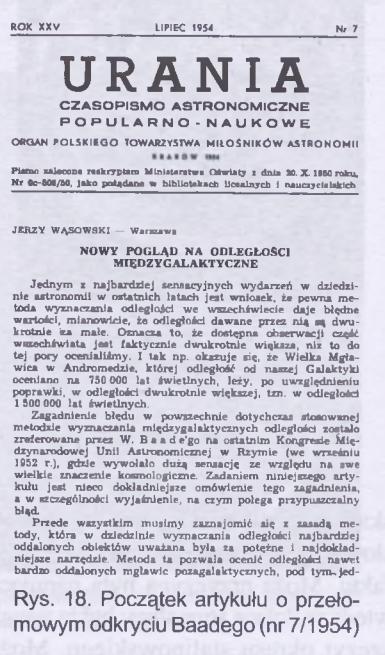
„[...] albo punkt zerowy cefeid klasycznych, albo punkt zerowy zmiennych



Rys. 17. Rozkład gazowego neutralnego wodoru w Galaktyce, według J. H. Oorta, G. Westerhouta i F. J. Kerra (1958)

typu gromad muszą być wyznaczone błędnie [...]. Błąd jest w punkcie zerowym cefeid klasycznych. Wartość tego błędu musi być taka, że nasze poprzednie oceny odległości pozagalaktycznych, ale nie odległości wewnętrz naszej Galaktyki, są niedocenione aż o czynnik 2 [...]. Wprowadzona przez Hubble’a stała czasowa Wszechświata musi być teraz powiększona od $1,8 \times 10^9$ lat do około $3,6 \times 10^9$ lat.”

Jest zastanawiające, że o tym epokowym odkryciu czytelnicy *Uranii* dowiedzieli się ze znacznym opóźnieniem. Dopiero w nr 7/1954 Jerzy Wąsowski wyjaśnił istotę i znaczenie odkrycia Baadego w artykule „Nowy pogląd na odległości międzygalaktyczne” (rys. 18). Artykuł ten zaczynał się od słów: „Jed-



Rys. 18. Początek artykułu o przełomowym odkryciu Baadego (nr 7/1954)

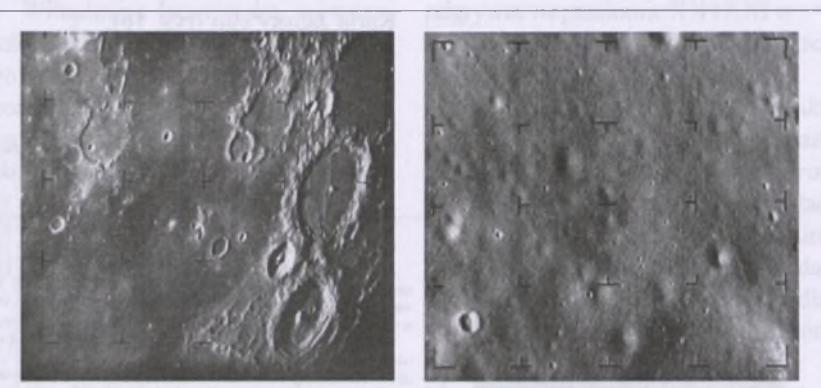
nym z najbardziej sensacyjnych wydań w dziedzinie astronomii w ostatnich latach jest wniosek, że pewna metoda wyznaczania odległości we Wszechświecie daje błędne wartości, mianowicie, że odległości dawane przez nią są dwukrotnie za małe. Oznacza to, że dostępna obserwacji część Wszechświata jest faktycznie dwukrotnie większa niż to do tej pory ocenialiśmy... Zagadnienie błędu w powszechnie dotychczas stosowanej metodzie wyznaczania międzygalaktycznych odległości zostało zreferowane przez W. Baadego na ostatnim Kongresie Międzynarodowej Unii Astronomicznej w Rzymie (we wrześniu 1952 r.), gdzie wywołało dużą sensację ze względu na swe wielkie znaczenie kosmologiczne”

To opóźnienie informacyjne jest tym bardziej zdumiewające, że już w nr 12/1952, a więc parę miesięcy po Kongresie w Rzymie, ukazał się bardzo obszerny artykuł jego uczestnika, Eugeniusza Rybki, o przebiegu tego zjazdu astronomów. Na dziewięciu stronach artykułu znajdujemy bardzo szczegółowe informacje o tematyce kongresu, wyborach władz Unii, wspaniałej atmosferze obrad, w której stale miano podkreślać wielkie osiągnięcia astronomów ze Związku Radzieckiego (większość artykułu poświęcona jest omówieniu tych osiągnięć), nawet o imprezach towarzyszących.



Rys. 19. Okładka „księżycowego” numeru *Uranii* ze stycznia 1959 r.

skich. A o odkryciu Baadego nie ma ani słowa! Trudno znaleźć wyjaśnienie tego faktu. Może przyczyną była panująca wtedy w Polsce atmosfera: był to wszak szczyt okresu stalinowskiego. Może



Rys. 20. Historyczne zdjęcia powierzchni Księżyca wykonane przez Rangera 7 (z lewej) i Rangera 8 (z prawej)

prof. Rybka, który na tym kongresie został wybrany jednym z wiceprzewodniczących Unii, był tak zaabsorbowany sprawami organizacyjnymi, że nie wysłuchał referatu Baadego?

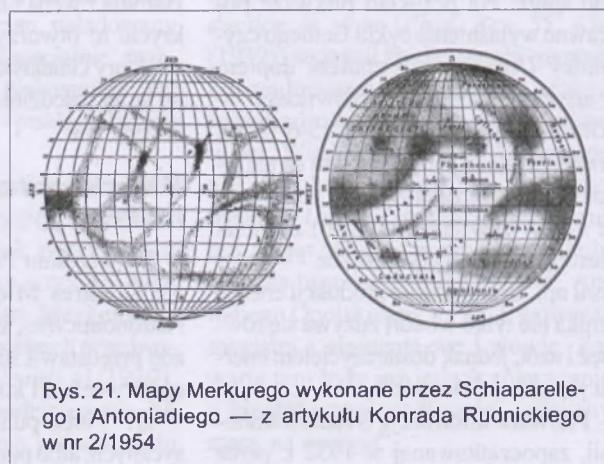
„Księżycowy” numer „Uranii”

Pozwolę sobie na wprowadzenie tu krótkiego wątku autobiograficznego. Jesienią 1958 r. — było to chyba w połowie września — prof. Włodzimierz Zonn wszedł do Biblioteki Obserwatorium Astronomicznego UW, gdzie wtedy często przesiadywałem, i zaskoczył mnie, mówiąc: Chciałbym, aby pan został redaktorem naczelnym *Uranii*. Z wrażenia niemal odebrało mi mowę. Miałem dopiero 25 lat i chociaż byłem wtedy silnie związany z astronomią i *Uranią*, w której zamieściłem sporo krótszych i dłuższych artykułów, moje doświadczenie edytorskie było zerowe. Odpowiedziałem więc, że chyba zupełnie się nie nadaję do pełnienia tak odpowiedzialnej funkcji. Ale profesor Zonn nie dał za wygraną i coraz mocniej mnie przekonywał i naciskał, aż wreszcie ustąpiłem.

Dopiero po ochłonięciu z wrażenia zdałem sobie sprawę z tego, na co się zgodziłem. Okazało się, że teka redakcyjna była oczywiście prawie pusta, a tu w ciągu miesiąca miałem przekazać do drukarni komplet materiałów do numeru styczeń 1959 r. Wydawało mi się, że zadanie jest niemożliwe do wykonania. Przyszedł mi jednak do głowy pomysł zro-

bienia numeru monotematycznego, poświęconego wyłącznie Księżycom. W tym czasie ZSRR próbował już wylądować rakiety na Księżyco i wydawało się, że wkrótce kolejna próba musi zakończyć się sukcesem.

Uprosiłem doc. Macieja Bielickiego, którego bardzo dobrze już znałem, aby w ekspresowym tempie opracował artykuł o trasach lotów na Księżyco. Mój szkolny kolega, dr Andrzej Marks, napisał artykuł o krajobrazie Księżyca, a ja sam napisałem tekst o odwrotnej stronie Księżyca i parę notatek „księżycowych” do *Kroniki. Kalendarzyk astronomiczny* dra Jana Pagaczewskiego był, jak zwykle, gotowy na czas. Do tego doszło parę tekstu do *Kroniki PTMA*. Numer 1/1959 został przygotowany w terminie i ukazał się w pierwszych dniach stycznia (rys. 19). Na wstępnie zamieściłem następujący redakcyjny komentarz: „Numer niniejszy jest numerem specjalnym, poświęconym w przeważającej części zagadniom dotyczącym Księżyca. Sprawy te są dziś wyjątkowo aktualne i interesujące w związku z próbami wyrzucenia rakiety księżycowej. Próby te już czterokrotnie były nieudane, ale może



Rys. 21. Mapy Merkurego wykonane przez Schiaparelli i Antoniadiego — z artykułu Konrada Rudnickiego w nr 2/1954

w najbliższych tygodniach przyniosą zwycięstwo."

Niespodziewanie okazało się, że był to strzał w dziesiątkę. Oto gdy styczniowy numer *Uranii* docierał do czytelników, 4 I 1959 r. kolejna rakieta ZSRR doleciała w pobliże Księżyca i minęła go tylko o 6000 km. Dziś już nie pamiętamy, że był to na owe czasy niezwykły sukces i prasa całego świata była pełna tekstów na ten temat. Bardzo wiele osób gratulowało mi wtedy intuicji. Chyba w ten sposób od razu zdobyłem zaufanie czytelników.

Moja przygoda z *Uranią* trwała do końca 1964 r. i skończyła się w znacznie mniej przyjemny sposób. Ówczes-

cionowanie Zarządu Głównego, wybranego na nowo na Walnym Zjeździe Delegatów w Krakowie. Wobec silnych nacisków władz PTMA, które liczyły, że w zamian za „moją głowę” odzyskają zaufanie Ministerstwa Oświaty, zdecydowałem wtedy złożyć rezygnację z funkcji redaktora naczelnego *Uranii*.

Poznawanie Układu Słonecznego

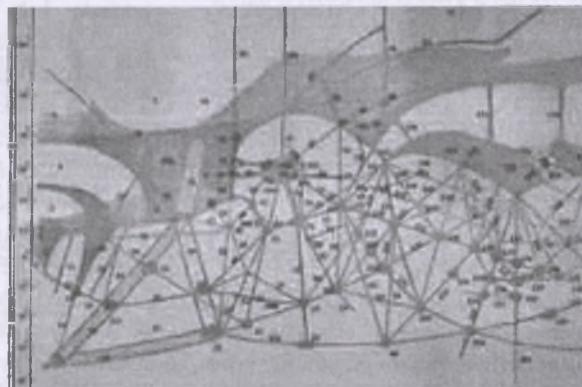
Postęp w poznawaniu ciał Układu Słonecznego był bardzo szybki. W następnej próbie lotu do Księżyca uczonym radzieckim udało się dobrze wycelować. 13 IX 1959 r. Łunnik II dotarł do Księżyca i rozbił się o jego powierzchnię.

Wielkie wrażenie wywołał lot Łunika III, który 6 X 1959 r. przesłał na Ziemię fotografie nigdy przedtem nie widzianej odwrotnej strony Księżyca. Palmę pierwszeństwa przejęli wkrótce Amerykanie. Odnotujmy, że 31 VII 1964 r. Ranger 7 wykonał pierwsze fotografie Księżyca z bliskiej odległości, a 20 II 1965 r. Ranger 8 rozbił się o powierzchnię Księżyca, przesyłając do ostatniej chwili zdjęcia, których rozdzielcość doszła do 4 m! (rys. 20). Ukoronowaniem podboju Księżyca był udany lot statku Apollo 11, którego załoga

wyszła 21 VII 1969 r. na powierzchnię Księżyca. Neil Armstrong, który jako pierwszy człowiek postawił stopę na innym ciele niebieskim, wypowiedział wtedy słynne słowa: „To jest tylko mały krok człowieka, ale gigantyczny skok ludzkości”.

Miarą postępu w poznawaniu planet może być kilka faktów dotyczących Merkurego. Przez wiele lat uznawano za dowiedzione, że ta planeta jest stale zwrócona do Słońca tą samą półkulą i jej okres obrotu dokoła osi jest równy okresowi obiegu wokół

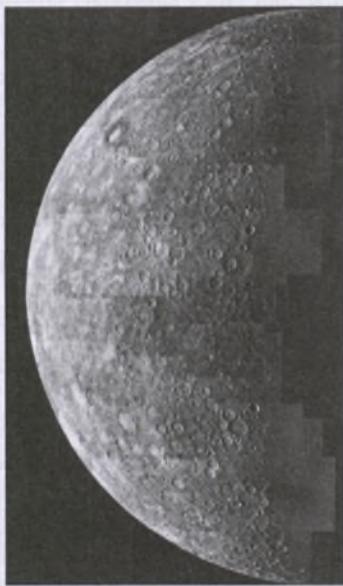
Słońca i wynosi 88 dni. Istniały nawet mapy Merkurego zawierające wiele szczegółów powierzchni, istniejących, jak się później okazało, tylko w wyobraźni obserwatorów (rys. 21).



Rys. 23. Mapa „kanalów” na Marsie wg Percivala Lowella

W 1965 r. R. Dyce i G. Pettengill wykonali serię obserwacji radarowych Merkurego i udowodnili, że jego okres obrotu wokół osi wynosi 58,65 dni. A w marcu 1974 r. amerykański próbnik kosmiczny Mariner 10 przesłał na Ziemię fotografie ukazujące powierzchnię Merkurego usianą kraterami jak powierzchnia Księżyca (rys. 22).

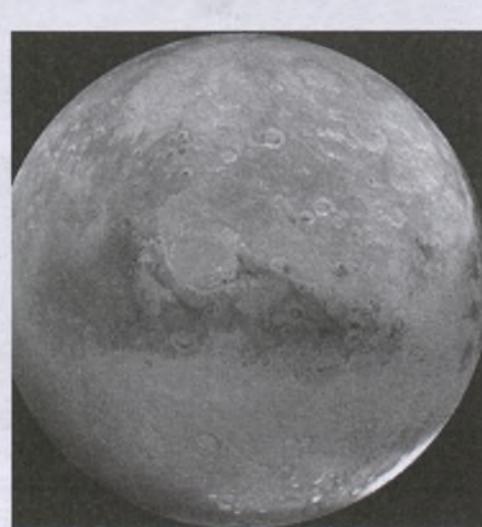
Dramatycznie zmieniły się także nasze wyobrażenia o Marsie (rys. 23). 15 VI 1965 r. Mariner IV przesłał na Ziemię pierwsze fotografie Czerwonej Planety, wykonane z bliskiej odległości. Okazało się, że Mars ma powierzchnię pokrytą kraterami (rys. 24). Całą wcześniejszą wiedzę o tej planecie można było włożyć do lamus. Kolejne sondy kosmiczne dostarczyły niezwykle dokład-



Rys. 22. Mozaika zdjęć Merkurego wykonanych przez Mariner 10 w 1974 r.

nym władzom nie spodobało się to, że w numerze „gwiazdkowym” w 1963 r. puściłem artykuł prof. Felicjana Kępińskiego pt. „Gwiazda betlejemska”. Artykuł był oczywiście czysto astronomiczny, ale zaczynał się od cytatu z Ewangelii św. Mateusza, gdzie mowa o gwiazdzie, która prowadziła mędrców. Jakiś nadgorliwy urzędnik z Ministerstwa Oświaty uznał, że szerzenie treści religijnych wśród młodzieży szkolnej jest wysoce naganne i zawiadomił władze PTMA, że Ministerstwo wycofuje swoje zalecenie dla bibliotek szkolnych, w którym *Urania* uznawana była za miesięcznik pożądany.

PTMA przechodziło wtedy trudny okres. Kolejny, szósty już rok Towarzystwu rządził kurator i dopiero w kwietniu 1964 r. przywrócono normalne funk-



Rys. 24. W rzeczywistości powierzchnia Marsa jest pokryta kraterami, a nie kanalami

nych zdjęć całej powierzchni Czerwonej Planety, a ukoronowaniem dotychczasowego programu poznawania Marsa było lądowanie na nim próbników Viking i Pathfinder.

Wspomnę też, że niezwykle spektakularne okazały się wyniki amerykańskich sond Pioneer i Voyager wysłanych w kierunku wielkich planet naszego Układu. Uzyskano nie tylko znakomitej jakości fotografie Jowisza, Saturna, Urana i Neptuna, ale także ich satelitów (rys. 25). Dzięki zdjęciom Voyagerów odkryto także sporo nowych naturalnych satelitów tych planet.

Jako podsumowanie tego przypomnienia „planetarnego” etapu najnowszej historii astronomii przytoczę słowa z artykułu Krzysztofa Ziolkowskiego (*Urania*, nr 1/1998): „Obraz Układu Słonecznego wyłaniający się z nowych odkryć i dociekań ostatnich lat składa się z 8 planet [...] Pluton, do niedawna traktowany jak dziewiąta planeta [...] wydaje się być po prostu jednym z członków Pasa Kuipera.”

Tajemnicze kwazary

W 1963 r. amerykański astronom Marteen Schmidt opublikował w *Nature* (197, s. 1040) artykuł zatytułowany: „3C 273: a starlike object with a large redshift”. Tak rozpoczęła się epoka kwazarów, które do dziś pasjonują astronomów. Czytelnicy *Uranii* z pewnym

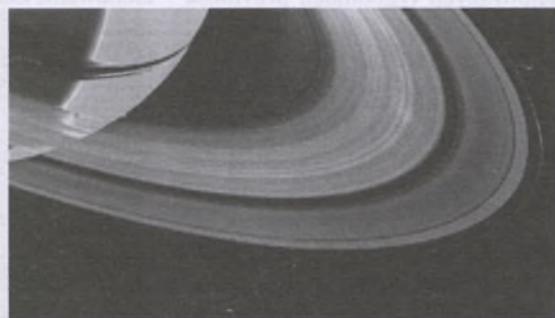
opóźnieniem dowiedzieli się o odkryciu nowych obiektów kosmicznych (rys. 26).

„Słowo *quasi-gwiazda* lub z amerykańska *quasar* raz po raz pojawia się na łamach dzienników i czasopism. Tą dość dziwnie brzmiącą nazwą określają astronomowie pewne twory kosmiczne, odkryte przed mniej więcej dwoma laty. Odkrycie tych tworów z wielu powodów uznacza za przełomowe w rozwoju astronomii.” — tymi słowami prof. Włodzimierz Zonn rozpoczął swój artykuł „O quasi-gwiazdach” (*Urania* 4/1966)). Potem informacje o kwazarach regularnie ukazywały się w *Uranii*. Co pewien czas dowiadujemy się o pobiciu nowego rekordu przesunięcia ku czerwieni z , czyli odległości kwazarów. Najsłynniejszy znany obecnie obiekt ma $z = 5,82$.

Kosmiczne mikrofalowe promieniowanie tła

Historia odkrycia promieniowania będącego „światkiem” Wielkiego Wybuchu jest pełna przypadków, pomyłek i niedowierzania.

Już w 1948 r. Ralph Alpher i Robert Herman przewidzieli, że Wszechświat jest wypełniony izotropowym promieniowaniem o temperaturze około 5 K, będącym pozostałością po gorącym etapie ewolucji Wszechświata. Ale ani ten artykuł w *Nature* („Evolution of the universe”, 162, s. 774 (1984)), ani szereg następnych prac tych autorów wspólnie z ich opiekunem naukowym Georgem Gamowem, nie wywołał wielkiego zainteresowania wśród ludzi zajmujących się kosmologią.



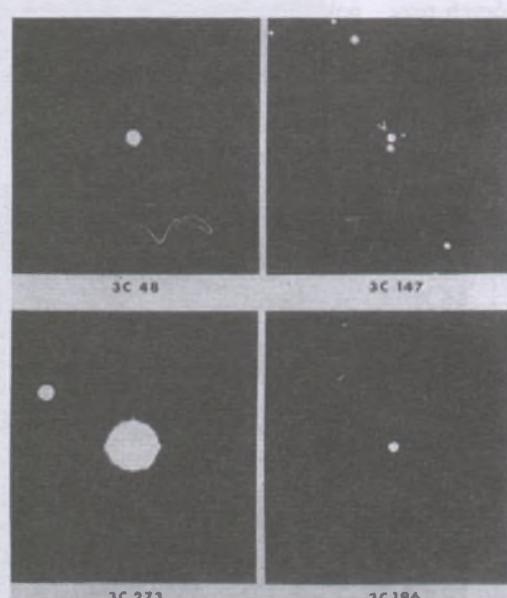
Rys. 25. Pierścienie Saturna według fotografii Voyagera 1 (1980)

Było kilka prac, w których promieniowanie takie nie tylko zaobserwowało, ale nawet oceniono jego temperaturę. Jednakże żadna z nich nie wywarła jakiegokolwiek wpływu na rozwój tej dziedziny.

W 1955 r. Francuz Emile Le Roux badał promieniowanie nieba na fali o długości 33 cm i stwierdził, że dochodzi ono do ziemi izotropowo, a jego temperatura wynosi 3 ± 2 K. Mimo publikacji wyników w prestiżowym periodyku *Comptes Rendus* Francuskiej Akademii Nauk w 1957 r. sprawa ta została zapomniana!

Dwa lata później młody astrofizyk radziecki T. A. Szmaonow zmierzył kosmiczne izotropowe promieniowanie tła na długości 3,2 cm i wyznaczył jego temperaturę na 4 ± 3 K. Ten wynik, opublikowany tylko w radzieckim czasopiśmie z fizyki technicznej, nie miał oczywiście szans, by go zauważyci astronomowie.

Fizyk amerykański Ed Ohm z Laboratorium Bella zbudował aparaturę radiometryczną w celu odbioru promieniowania mikrofalowego z balonu Echo wypuszczonego przy użyciu rakiety w 1960 r. Prowadząc obserwacje na fali o długości 11 cm, stwierdził on istnienie nadwyżki temperatury anteny o wartości 3,3 K. Wynik Ohma, opublikowany w 1961 r. w *Bell System Technical Journal*, nie mógł być oczywiście zauważony przez astrofizyków. Spopularyzowali go wśród astronomów Andriej Doroszkiewicz i Igor Novikow, którzy w artykule ogłoszonym po rosyjsku w 1963 r., a po angielsku rok później, napisali, że: „[...] wynik pomiarów Ohma $2,3 \pm 0,2$ K jest zgodny z teoretycznie obliczoną temperaturą 2,4 K [...]. Dodatkowe pomiary [...] najlepiej wykonane za pomocą sztucznych satelitów Ziemi [...] pomogą ostatecznie



Cztery najjaśniejsze spośród czterdziestu znanych quasi-gwiazd. Zwrócić uwagę na różnicę obiektu 3C 147 (quasi-gwiazda zatrzacona sztalką), niczym nie różniącego się od zaledwie gwiazd. Naiomiasły quasi-gwiazda 3C 273 daje obraz „hirty z „pozatypanym” brzegami, upodabniający ją do mgławicy. Wszystkie zdjęcia dokonane za pomocą 4-metrowego teleskopu Obserwatorium na Mount Palomar.

Rys. 26. Zdjęcia czterech kwazarów towarzyszyły artykule Włodzimierza Zonna w nr 4/1966

rozwiązać problem poprawności teorii Gamowa.” Jednak ten artykuł także nie miał dalszego echa.

Wreszcie, w 1962 r., amerykański astronom William Rose z Naval Research Laboratory także podjął próbę pomiaru kosmicznego promieniowania tła. Ocenił jego temperaturę na około 3 K, ale nie będąc pewny poprawności metody, wyniku tego w ogóle nie opublikował.

A najdziwniejsze jest to, że już w 1940 r. australijski astrofizyk Andrew McKellar obliczył na podstawie pomiarów pasm międzygwiazdowego cyjanu, że znajduje się on w temperaturze 2,3 K. Ten wynik był nawet cytowany w pozytywnym podręczniku spektroskopii Gerharda Herzberga i nikt nie zwrócił na to uwagi!

Trzeba pamiętać, że w połowie ubiegłego stulecia teoria Wielkiego Wybuchu była traktowana dość podejrzliwie. Najlepiej odwołać się do autorytetu, jakim był Otto Struve. Pisząc swą piękną książkę *Astronomy of the XXth century* (1962, tłum. i wyd. polskie 1967 r.) tyle miał do powiedzenia na temat ewolucji Wszechświata:

„Najprostszą drogą wyjaśnienia zjawiska ekspansji Wszechświata jest założenie, że a) w pewnym momencie w bardzo odległej przeszłości wszystkie galaktyki były bardzo blisko siebie, może nawet tworząc coś, co G. Lemaitre nazwał pierwotnym „zalążkiem” Wszechświata, oraz b), że w pewnym momencie, przyjmowanym zwykle za punkt zerowy naszej skali czasu, wszystkie galaktyki zostały z różnymi prędkościami wyrzucone ze środka „zalążka” i c), że galaktyki mające początkowo największe prędkości są obecnie w największych od nas odległościach. Hipoteza ta, nazywana przez astronomów teorią kosmogoniczną Wielkiego Wybuchu (*Big Bang*), implikuje, że odwrotność stałej Hubble'a przedstawia wiek Wszechświata mierzony od wybranego punktu zerowego. Jeżeli stała Hubble'a wynosi w przybliżeniu 100 km/s na milion parseków, to stąd wynika, że wiek Wszechświata wynosi około 10 miliardów lat. Wielkim zwolennikiem teorii Wielkiego Wybuchu był George Gamow.

Ale teoria Wielkiego Wybuchu jest tylko jedną z wielu możliwych. Konkuuruje z nią teoria „stanu trwałego” (*steady-state*), która przyjmuje stopniową

ekspansję układu galaktyk i stałe tworzenie się materii w obserwowanej objętości przestrzeni, dla zachowania stałej gęstości materii w tej odległości. Z teorią „stanu trwałego” najbardziej związane są nazwiska H. Bondiego, T. Golda i F. Hoyle'a.”

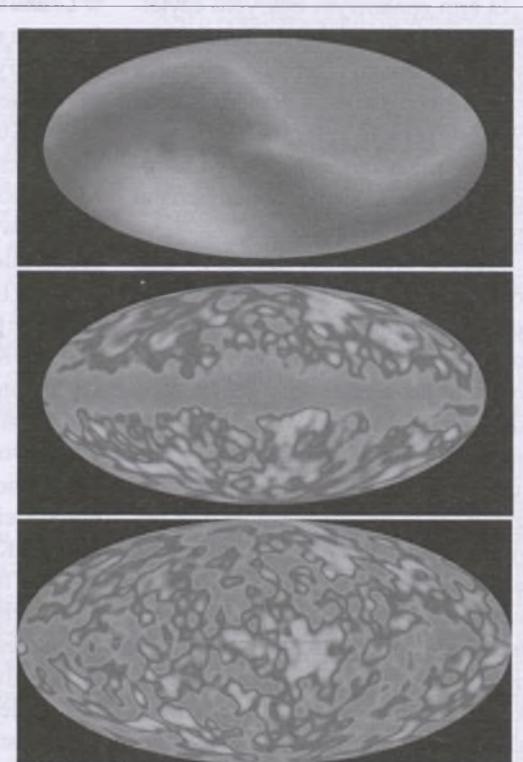
Pamiętajmy, że to przecież sam Fred Hoyle wprowadził nazwę „Big Bang” sądząc, że w ten sposób najlepiej pozbędzie się konkurencji, ośmieszając teorię Lemaitre'a, Gamowa i innych. Ale to właśnie jego teoria nie wytrzymała konfrontacji z danymi.

Wróćmy do odkrycia promieniowania tła. Arno Penzias i Robert W. Wilson w Laboratorium Bellu nie mieli pojęcia o rozważaniach kosmologów ani też nie wiedzieli o wcześniejszych, wspomnianych wyżej, pomiarach. Zbudowali oni antenę, zamierzając badać na fali o długości 7,4 cm promieniowanie Drogi Mlecznej i pozostałości po wybuchach supernowych. Po rozpoczęciu pomiarów zorientowali się, że obserwują jakiś stały szum, niezależny od kierunku wycelowania anteny. Wydawało się, że przyczyną mogą być... gołębie, które uwiły sobie gniazdo we wnętrzu anteny, ale powyędzeniu ptaków szum pozostał. Przez cały rok dwaj młodzi uczeni próbowali bezskutecznie pozbyć się szumu albo zrozumieć jego pochodzenie.

Tymczasem w pobliskim Princeton Robert Dicke zainteresował się kosmologią i postanowił podjąć próbę wykrycia promieniowania reliktowego. Znał teorię Wielkiego Wybuchu, ale rozwijał też własną teorię grawitacji (teorię Brans-Dickego) i interesował się teorią Wszechświata oscylującego. W lecie 1964 r. polecił swemu studentowi Jamesowi Peeblesowi wykonanie odpowiednich rachunków, a jego koledzy Peter Roll i David Wilkinson rozpoczęli konstruk-

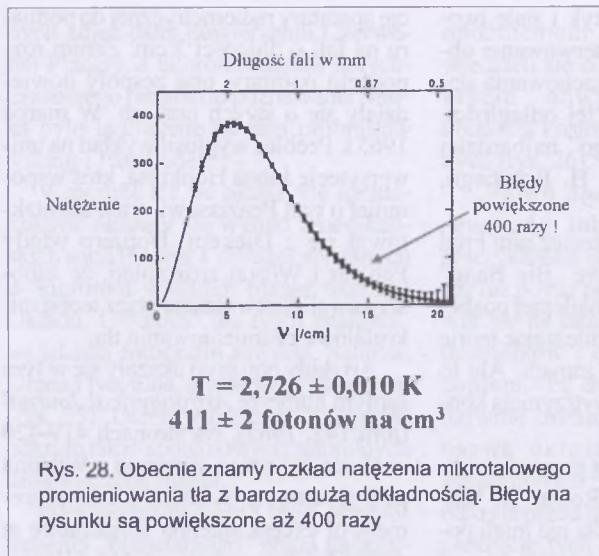
cję aparatury radiometrycznej do pomiaru na fali o długości 3 cm. Zanim rozpoczęto pomiary, oba zespoły dowiedziały się o swych pracach. W marcu 1965 r. Peebles wygłosił wykład na uniwersytecie Johna Hopkinса, ktoś wspomniał o tym Penziasowi, a ten skontaktował się z Dickiem. Dopiero wtedy Penzias i Wilson zrozumieli, że zaobserwowali przewidziane przez teorię mikrofalowe promieniowanie tła.

Artykuły obu grup ukazały się w tym samym numerze *Astrophysical Journal* (tom 142, 1965). Na stronach 419-420 znalazła się praca Penziasa i Wilsona pod skromnym tytułem „A measurement of excess antenna temperature at 4080 Mc/s”, a na stronach 414-419 pra-



Rys. 27. Rysunki przedstawiają wyniki pomiarów temperatury mikrofalowego promieniowania tła przeprowadzonych z pokładu satelity COBE. Góra mapa przedstawia promieniowanie, w którym dominuje tzw. składowa dipolowa spowodowana ruchem Ziemi w stosunku do odległej materii we Wszechświecie jak i przyczynki od naszej Galaktyki. Środkowa mapa powstała w wyniku odjęcia składowej dipolowej, dolna została dodatkowo wyczyszczona z promieniowania Galaktyki i przedstawia fluktuacje temperatury mikrofalowego promieniowania tła. Mapy wykonane zostały w projekcji Mollweidego na podstawie 2 lat pomiarów przyrządu DMR

ca Dickego, Peeblesa, Rolla i Wilkinsoна, w której tytule („Cosmic black-body radiation”) było już wspomniane sedno sprawy. Odkrycie wywołało tak wielką sensację, że doniosł o tym nawet *New York Times* (21 V 1965 r.).



Rys. 28. Obecnie znamy rozkład natężenia mikrofalowego promieniowania tła z bardzo dużą dokładnością. Błędy na rysunku są powiększone aż 400 razy

O tym epokowym odkryciu czytelnicy *Uranii* dowiedzieli się jednak z dużym opóźnieniem i „na raty”. Pierwsza wzmianka pojawiła się dopiero w nr 2/1968, w tekście referatu „Struktura Wszechświata” amerykańskiego astronoma George'a Abella, w tłumaczeniu prof. Konrada Rudnickiego:

„Jeśli w przeszłości zaszedł „wielki zryw”, należałoby oczekiwać wielkiej ilości promieniowania, która wówczas została wyprodukowana. Wszechświat wyglądał jak niezmiernie gorąca raca. Ale w miarę ekspansji Wszechświata to promieniowanie ekspanduje wraz z nim i ochładza się. Kilka lat temu przewidziano, że to promieniowanie dziś powinno wyglądać jak promieniowanie bardzo zimnego ciała i powinno być widoczne we wszystkich kierunkach przestrzeni, ale posiada tak mało energii, że moglibyśmy je wykryć tylko radioteleskopami. Mniej więcej trzy lata temu takie słabe promieniowanie zostało rzeczywiście wykryte po raz pierwszy, a następnie potwierdzone przez kilka innych obserwacji. Przedstawia się ono jak promieniowanie ciała czarnego o temperaturze tylko o 3 stopnie wyższej od zera absolutnego. Jeśli interpretacja jest słuszną, to patrzmy radioteleskopami na „popióły” eksplozji „wielkiego zrywu”. Wydaje się więc, że coraz więcej wiemy o ewolucji i początku Wszechświata.”

W kolejnym numerze *Uranii* (3/1968) prof. Stefan Piotrowski zamieścił artykuł „Ewolucja gwiazd” i w końcowej części poświęcił kilkanaście wierszy odkryciu mikrofalowego promieniowania tła. Była to także krótka wzmianka na marginesie głównego

tematu. Trzecią, tym razem znacznie dłuższą wzmiankę znajdujemy w artykule Bohdana Pańczyńskiego „Ostatnie osiągnięcia astronomii pozagalaktycznej” (5/1968).

Szybko jednak astronomowie zrozumieli znaczenie odkrycia mikrofalowego promieniowania tła i jego dokładniejszym badaniom poświęcano coraz więcej wysiłku. Także

w *Uranii* coraz częściej pojawiały się informacje na ten temat. Pisali o tym np. Jacek Stryczyński „Potwierdzenie teorii wielkiego wybuchu” (11/1967), Bronisław Kuchowicz „Czy promieniowanie tła jest anizotropowe?” (10/1969), Michał Różyczka „O promieniowaniu izotropowym, zwanym przez niektórych promieniowaniem reliktywym, słów parę” (3/1974), Michał Heller „Promieniowanie tła” (7/1980) i Magdalena Sroczynska-Kożuchowska „Sensacyjne odkrycie satelity COBE” (6/1992).

Obecnie znamy bardzo dokładnie właściwości średnie mikrofalowego promieniowania tła. Jego temperaturę podaje się obecnie jako $T = 2,726 \pm 0,010$ K, czemu odpowiada obecność 411 ± 2 fotonów reliktywowych w każdym cm^3 przestrzeni. Ta znakomita dokładność najlepiej świadczy o postępie naszej wiedzy.

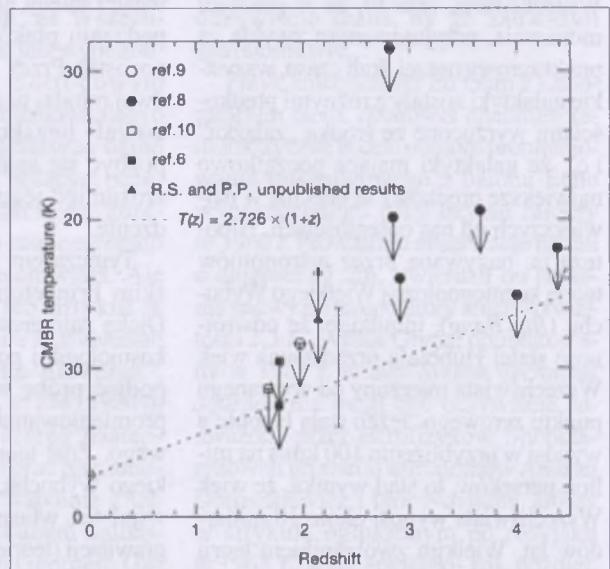
Dopiero będzie o tym w „Uranii”

Nie chcąc nadużywać cierpliwości redaktora i przedłużać tekstu, pominę omawianie kilku bardzo znaczących odkryć, jak np. pulsary, rozbłyski gamma, planety poza Układem Słonecznym. Nie mogę się jednak powstrzymać przed omówieniem dwu bardzo ak-

tualnych zagadnień z pierwszego frontu badań Wszechświata.

Teoria Wielkiego Wybuchu i sprawa ucieczki galaktyk nadal mają swoich przeciwników, także wśród znanych astronomów. Na jakiej podstawie — pytają oni — mając do czynienia z wielkimi odległościami, przyjmujemy tak proste wyjaśnienie, że przesunięcie ku czerwieni w widmach galaktyk wynika ze zjawiska Dopplera? Może to po prostu „zmęcenie światła”, które przebywając ogromne odległości od najdalszych obiektów astronomicznych, traci część swej energii, a więc zwiększa długość fali? Ostatnio uzyskano jednak dwa wyniki, które powinny przekonać największych sceptyków. Pierwszy to pomiar temperatury mikrofalowego promieniowania tła w odległej epoce. Jak wiadomo, według teorii Wielkiego Wybuchu rozszerzanie się Wszechświata towarzyszy ochładzaniu się tego promieniowania: jego temperatura jest odwrotnie proporcjonalna do rozmiarów Wszechświata. Przesunięcie ku czerwieni (*redshift*) definiujemy jako względny przyrost długości fali promieniowania $z = \Delta\lambda/\lambda$. Takie przesunięcie ku czerwieni odpowiada epoce, w której Wszechświat był $(1+z)$ razy mniejszy (na przykład wartość $z = 2$ odpowiada $\Delta\lambda = 3\lambda - \lambda = 2\lambda$), a promieniowanie miało temperaturę $(1+z)$ razy większą.

R. Srianand, P. Petitjean i C. Ledoux ogłosili niedawno w artykule „The co-



Rys. 29. Zestawienie pomiarów temperatury promieniowania reliktowego dla różnych epok. Pomiar Sriananda, Petitjeana i Ledoux dla $z = 2,3377$ jest świetnie zgodny z zależnością liniową typu $1 + z$ pokazaną na rysunku jako linia przerwana. Pokazane są także wcześniejsze pomiary, które dały tylko górną granicę temperatury promieniowania

smic microwave background radiation temperature at a redshift of 2,3377”, *Nature*, 408, 931(21 XII 2000), że udało się im wyznaczyć temperaturę promieniowania tła w epoce odpowiadającej przesunięciu ku czerwieni $z = 2,3377$, a więc dawno temu. Dokonano tego, badając rozkład natężenia w widmach neutralnych atomów węgla i cząsteczek wodoru w odległym obłoku gazu. Obsadzenie poszczególnych poziomów energii jest, zgodnie z prawami fizyki,ściśle określone przez temperaturę gazu. Zatem promieniowanie dochodzące do nas z tego obłoku niesie z sobą informacje z okresu, kiedy Wszechświat był mniejszy i gorętszy niż obecnie. Okazało się, że istotnie temperatura obserwowanego promieniowania zawiera się w granicach między 6 i 14 K, co świetnie zgadza się z wartością $(1 + 2,3377) \times 2,726 \approx 9,1$ K, która wynika dla tej wartości z ze standardowej teorii ekspandującego Wszechświata. Wcześniej sze próby zastosowania tej metody do pomiaru temperatury promieniowania tła w odległej przeszłości dawały tylko górne granice, zresztą także zgodne z oczekiwaniemi teoretycznymi (rys. 29).

Drugi wynik to bezpośrednie potwierdzenie tego, że galaktyki się od nas oddalają. W tym celu wykorzystano gwiazdy supernowe typu Ia, których krzywe zmian jasności po wybuchu zostały dobrze zbadane. Okazało się, że te krzywe mają zdumiewająco stały kształt. Wiadomo, jak w czasie zmienia się jasność gwiazdy, po ilu dniach od osiągnięcia maksymalnej jasności zmniejsza się ona do połowy itd. Supernowe typu Ia stanowią więc swego rodzaju standardowe „zegary” rozmieszczone w różnych od nas odległościach. Wiadomo także, że maksymalne jasności absolutne tych obiektów są takie same, z bardzo niewielkim rozrzutem.

Już O. C. Wilson w 1939 r. zauważył, że krzywe zmian jasności gwiazd w oddalających się galaktykach powinny być poszerzone o czynnik $(1 + z)$. Dzieje się tak, ponieważ wskutek ekspansji przestrzeni światło ma do przebycia coraz dłuższą drogę, wobec czego dociera do nas coraz później. Efekt jest zauważalny tylko dla bardzo odległych obiektów, dla których wartości z są dostatecznie duże. Jedynymi obiekttami, które mogą służyć za takie „zegary”, są właśnie supernowe. Im dalej od nas znajduje się supernowa, tym bardziej poszerzona powinna być jej

krzywa zmian jasności.

Gerson Goldhaber i 25 innych autorów, którzy prowadzą tzw. The Supernova Cosmology Project ogłosili właśnie („Astrophysical Journal”, 558, s. 359-368, 2001) wyniki swych pomiarów krzywych zmian jasności kilkudziesięciu supernowych odkrytych w odległych galaktykach. Okazało się, że po zastosowaniu czynnika normalizującego $(1 + z)$ można było nałożyć na siebie wszystkie krzywe blasku (rys. 30). A więc galaktyki naprawdę się oddalają!

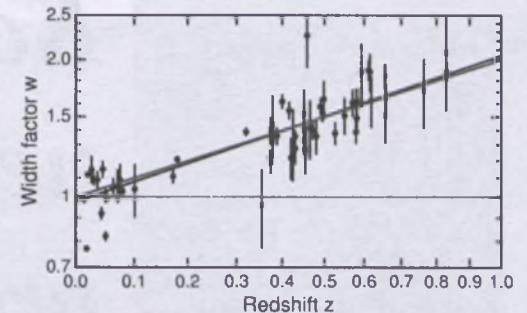
Autorzy artykułu stwierdzają na zakończenie: „Interesujące jest, że przesunięcie światła ku czerwieni mierzy ekspansję Wszechświata za pomocą „mikroskopowego” zegara o okresie $T \approx 2 \times 10^{-15}$ sekundy, natomiast nasze zegary „makroskopowe”, supernowe typu Ia, mierzą ekspansję w czasie około 4 tygodni, $T \approx 2 \times 10^6$ s. Zatem ekspansja typu $(1 + z)$ jest zgodna z obserwacjami dla dwóch okresów czasu, które różnią się o 21 rzędów wielkości.”

„Urania” jako wzór popularyzacji

Za mistrza popularyzacji uważałem zawsze prof. Włodzimierza Zonna. Dawno temu z jednego z jego artykułów (*Problemy* 4/1955, s. 286) wynotowałem do notesu zdania, które przechowuję do dziś, gdyż przepięknie wyrażają istotę popularyzacji wiedzy:

„Mając w ręku książkę popularnonaukową, chciałbym w niej widzieć zarówno źródło nowych zainteresowań, jak i też zaspokojenie ich i wielu dawnej istniejących. Chciałbym, aby książka popularnonaukowa nie tylko uczyła i informowała, lecz dawała rodzaj syntezы wiedzy, którą się zajmuje; wskazywała nowe i ukryte dotąd horyzonty nauki; wyjaśniała szeroko jej zastosowania, tłumaczyła jej wpływ na całość życia ludzkiego, jej wkład do poglądu na świat i jej wpływ na kształtowanie się nowych idei filozoficznych. Taką właśnie wyobrażam sobie książkę popularnonaukową...”

Prof. Zonn pisał w tym wyjątku o książkach popularnonaukowych, ale



Rys. 30. Wartości „czynnika szerokości w ”, przez które należy podzielić krzywe zmian jasności supernowych obserwowanych przy różnych wartościach z , aby się pokrywały, są świetnie zgodne z teoretyczną zależnością liniową $1 + z$ wynikającą ze standardowej teorii ekspansji Wszechświata. Linia pozioma odpowiada teorii „zmęczenia światła”

nie ulega wątpliwości, że to samo sądził o popularnonaukowych artykułach.

Uważam, że autorzy *Uranii* postępują zgodnie z ideałem nakreślonym przez mistrza, a to zapewne dlatego, że — niezależnie czy są astronomami zawodowymi czy utalentowanymi amatorami — pozostają niezwykle silnie związani uczuciowo z nauką o Wszechświecie i swoją fascynację starają się przekazywać innym.

Tym właśnie materiały w *Uranii* różnią się od tych, które przygotowują inni, nawet „zawodowi” popularyzatorzy, ale nie mający związków z astronomią.

Porównując obecną *Uranie-Postępy Astronomii* z numerami naszego czasopisma sprzed kilkudziesięciu lat, łatwo także dojść do wniosku, że — pomijając oczywisty postęp w szacie graficznej i sztuce edytorskiej — obecni czytelnicy mogą być szczęśliwi, ponieważ mają dostęp do najnowszych informacji w zasadzie na bieżąco. Nie do po myślenia jest już dziś, aby informacja o jakimś ważnym odkryciu czy wydarzeniu ukazywała się w naszym czasopiśmie dopiero po roku czy paru latach. Myślę, iż wynika to także stąd, że obecnie astronomowie polscy odgrywają w rozwoju astronomii znacznie większą rolę niż dawniej, są więc stale obecni na pierwszej linii badań i trzymają rękę na pulsie postępu.

Profesor Andrzej K. Wróblewski jest znakomitym fizykiem, był wiceprzewodniczącym KBN, rektorem Uniwersytetu Warszawskiego i wieloletnim redaktorem naczelnym „Uranii”.



Raymond Davis Jr.



Masatoshi Koshiba



Riccardo Giacconi

Kosmiczne neutrina i źródła promieniowania X

Astrofizycy laureatami Nagrody Nobla 2002 r.

Nagroda Nobla w dziedzinie fizyki w 2002 r. została przyznana trzem astrofizykom. Raymond Davis Jr. z USA i Masatoshi Koshiba z Japonii otrzymali nagrodę za „detekcję kosmicznych neutrin”, a Riccardo Giacconi (USA) za „pionierski wkład w astrofizykę, dzięki któremu odkryto źródła promieniowania X w Kosmosie”. Wszyscy trzej wytyczali nowe drogi poznawania Wszechświata. W swoich dziedzinach pracowali przez kilkadziesiąt lat z pasją i samozaparciem, bo nie zawsze spotykali się ze zrozumieniem i poparciem swoich środowisk.

Raymond Davis Jr., Amerykanin, urodził się w Waszyngtonie w USA w roku 1914. Studia wyższe odbył na Uniwersytecie Stanowym w Maryland (1940), a doktorat z chemii uzyskał w roku 1942 na Uniwersytecie Yale w stanie Connecticut. Później (od 1946 r.) pracował w Narodowym Laboratorium Chemicznym w Brookhaven w Nowym Jorku. Obecnie zajmuje stanowisko Professor Emeritus w Departamencie Fizyki i Astronomii Uniwersytetu Stanowego Pensylwanii w Filadelfii w USA.

Masatoshi Koshiba, Japończyk, urodził się w 1926 r. w Toyohashi w Japonii. Studia fizyczne ukończył na Uniwersytecie w Tokio w 1951 r. Doktorat uzyskał w 1955 r. na Uniwersytecie w Rochester w stanie Nowy York

w USA. Pracował głównie w Międzynarodowym Centrum Fizyki Cząstek Elementarnych Uniwersytetu w Tokio. Obecnie ma stanowisko Professor Emeritus tegoż uniwersytetu.

Ci dwaj panowie otrzymali 50% nagrody. Druga połowa przypadła trzeciemu laureatowi.

Riccardo Giacconi, Amerykanin włoskiego pochodzenia. Urodził się w 1931 r. w Genui we Włoszech. Studia wyższe, zakończone doktoratem w 1954 r. (takim stopniem kończyły się wtedy we Włoszech studia uniwersyteckie) odbyły na Uniwersytecie w Mediolanie. Od końca lat 50. pracuje w USA w różnych laboratoriach badawczych na uniwersytetach amerykańskich i w NASA. Obecnie jest profesorem Uniwersytetu Johns Hopkins w Baltimore i Przewodniczącym Stowarzyszenia Uniwersytetów Amerykańskich. Był pierwszym dyrektorem Instytutu Nauk Teleskopu Kosmicznego Hubble'a w Baltimore w latach 1981–1993, a w latach 1993–1999 dyrektorem generalnym ESO, czyli Europejskiego Obserwatorium Południowego. W roku 1996 Uniwersytet Warszawski nadał mu godność doktora honoris causa.

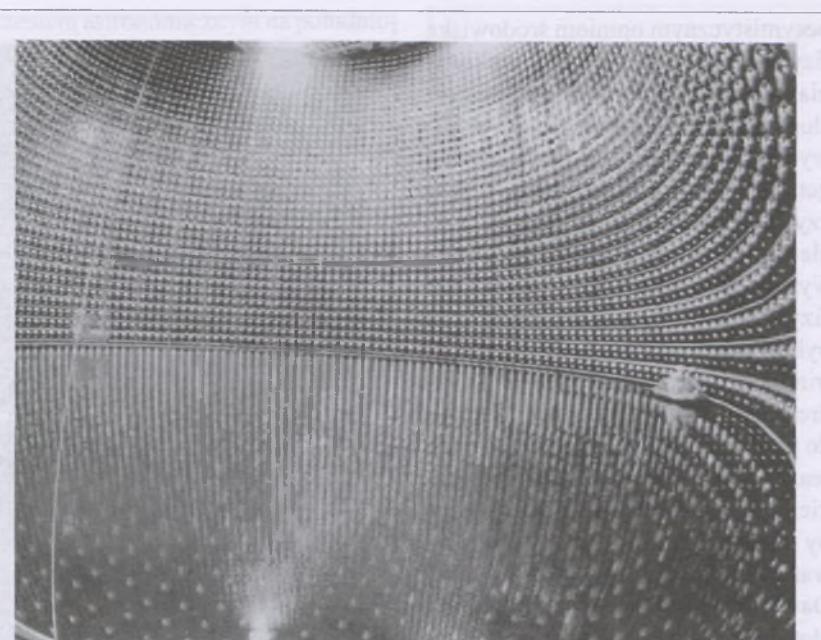
Neutrina słoneczne

Promieniowanie słoneczne potrzebuje ok. 8 min, aby z powierzchni Słońca dotrzeć do Ziemi. Ale czy jest to

właśnie świeżo wyprodukowana energia świadcząca o tym, co właśnie kilka minut temu zdarzyło się na Słońcu? Nie, tak nie jest. Zanim energia wyprodukowana w jądrze Słońca dotrze do jego powierzchni, mija milion lat. W tym czasie ulega ona wielu procesom rozpraszania, pochłaniania i reemisji. A neutrina wyprodukowane w jądrze w czasie ok. 3 s wydostają się na powierzchnię Słońca i dalej z szybkością światła przenikają wszystko, co je otacza, oczywiście wraz z globem ziemskim i jego mieszkańcami.

Neutrino to cząsteczki elementarne, które nie mają masy i ładunku elektrycznego. Potrzeba ich istnienia została stwierdzona w badaniach teoretycznych nad reakcjami jądrowymi tzw. rozpadu beta przez Wolfganga Pauliego w roku 1930, ale trzeba było przeszło 25 lat, aby w roku 1956 w laboratorium fizyki jądrowej potwierdzić ich fizyczne istnienie.

Pytanie o źródło energii naszej dziennej gwiazdy stało się poważnym zagadnieniem naukowym dopiero w latach 20. i 30. ubiegłego wieku. Właśnie w roku 1920 stwierdzono, że masa atomu helu jest mniejsza od masy czterech atomów wodoru. I wtedy znany astrofizyk Artur Eddington zauważał, że reakcje jądrowe, w któ-



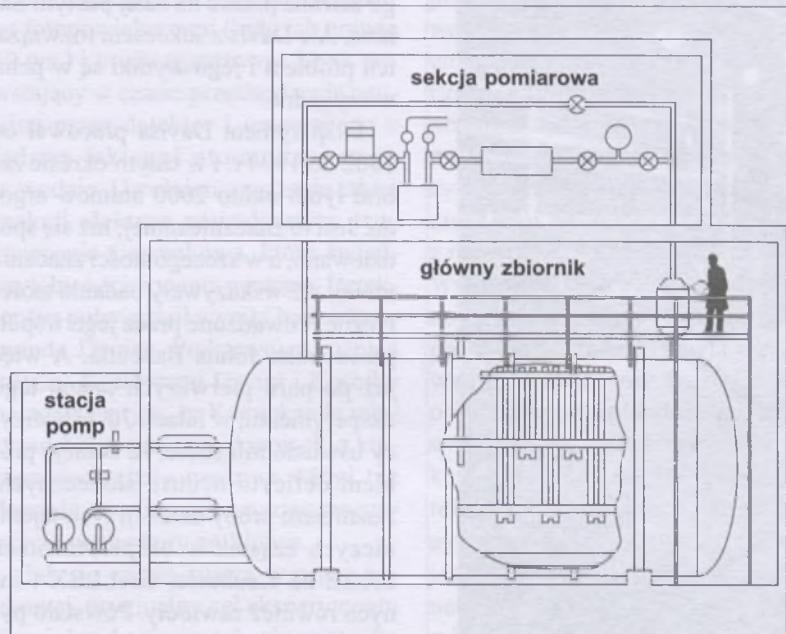
Detektor Kamiokande zbudowany pod kierunkiem Masatoshi Koshiby w Japonii. Wielki zbiornik wypełnia prawie 3000 ton czystej wody. Przechodzące neutrino wywołują świecące smugi (na skutek efektu Czerenkowa), rejestrowane przez wielkie fotopowielacze, którymi wyłożone są ściany wewnętrzne zbiornika. Po prawej stronie, w połowie wysokości obrazu, widoczni ludzie na pontonie zajęci wymianą fotopowielaczy. Oddaje to dobrze skalę obrazu i daje wyobrażenie o wielkości tego odbiornika neutrin

rych wodór jest przekształcany w hel, mogłyby być dostawcą energii słonecznej. Brakująca w atomie helu masa mogłaby być przemieniona na energię na podstawie równania Einsteina $E = mc^2$. W istocie w jądrze

Słońca co sekundę 6×10^8 t wodoru jest przekształcane w hel, a $4,2 \times 10^6$ t materii słonecznej w energię. Przemiana wodoru w hel w Słońcu powoduje powstanie 2 neutrin na każde nowe jądro atomu helu. A dzieje się tak w serii reakcji jądrowych, których wyjaśnienie podał w końcu lat 30. m.in. żyjący jeszcze laureat Nagrody Nobla Hans Bethe. W latach 50. próbę sprawdzenia istnienia neutrin słonecznych podjął inny laureat Nobla, Frederick Reines, który stwierdził tylko, że jest możliwe potwierdzenie istnienia neutrin. A obserwacyjne potwierdzenie istnienia neutrin słonecznych byłoby bardzo potrzebnym bezpośrednim dowodem potwierdzającym rzeczywiste zachodzenie powyżej opisanych przemian jądrowych wewnętrz Słońca i innych gwiazd.

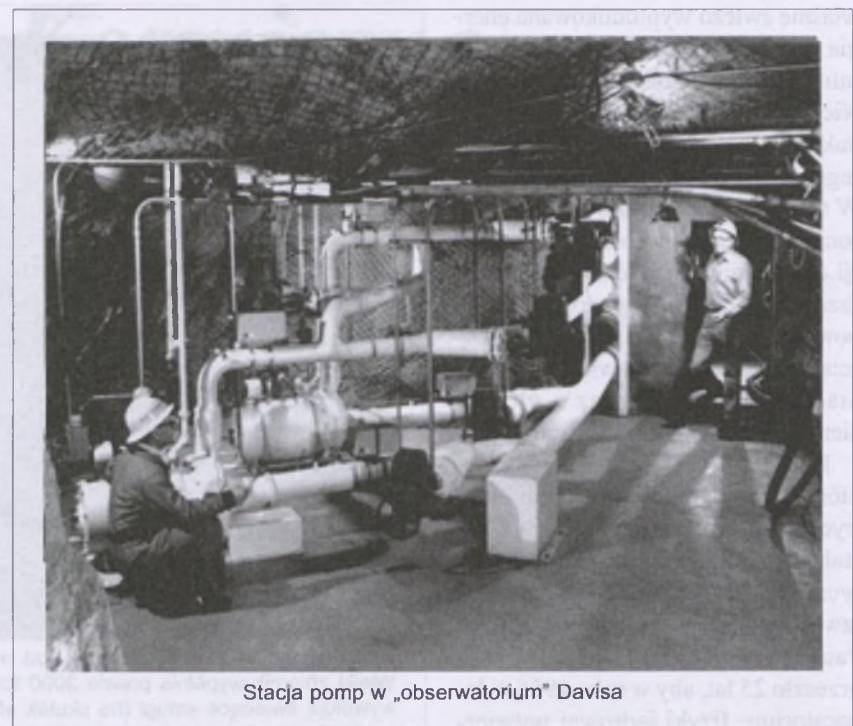
Strumień neutrin pochodzących ze Słońca oceniono na bardzo duży: każdej sekundy przechodzi przez nasze ciało wiele tysięcy miliardów neutrin, chociaż my nie zdajemy sobie z tego sprawy. Spowodowane jest to faktem, że neutrino bardzo słabo oddziałują z materią i tylko ok. miliard neutrin mogłyby być wychwyconych w swej drodze poprzez glob ziemski.

W końcu lat 50. Raymund Davis Jr. był jedynym uczonym, który, wbrew



Schemat detektora Davisa, za pomocą którego udowodnił on istnienie neutrin słonecznych. W nieczynnej kopalni złota w Południowej Dakocie, ok. 1700 m pod powierzchnią Ziemi, R. Davis umieścił wielki zbiornik w postaci cylindra o długości 14,6 m i średnicy 6,1 m, który wypełnił przeszło 600 t czterochlorku etylenu (C_2Cl_4). Schwytane w tej cieczy neutrina powodują, że zachodzi reakcja przemiany chloru w izotop argonu i „wystarczy” tylko policzyć utworzone atomy argonu, co właśnie zrobił R. Davis

pesymistycznym opiniom środowiska fizyków, podjął wyzwanie poszukiwania i udowodnienia istnienia neutrin słonecznych. Większość reakcji jądrowych w Słońcu produkuje niskoenergetyczne neutrina elektronowe i te rzeczywiście jest bardzo trudno wykryć, ale w niektórych reakcjach powstają wysokoenergetyczne neutrina. Włoski fizyk Bruno Pontecorvo ocenił, że byłoby możliwe wykrycie takich neutrin słonecznych po ich reakcji z jądrem chloru ^{37}Cl , co doprowadziłoby do powstania izotopu argonu ^{37}Ar wg reakcji $^{37}\text{Cl}(\nu, e^-) ^{37}\text{Ar}$. Czas życia takiego atomu wynosi ok. 50 dni, byłoby więc dosyć czasu na ich poszukiwanie. I tym tropem poszedł Raymund Davis. W starej, nieczynnej już kopalni złota w Homestake w Południowej Dakocie w USA umieścił wielki zbiornik (cylinder o średnicy 6,1 m i długości 14,6 m), który wypełnił 615 t czterochlorku etylenu. Ten związek to



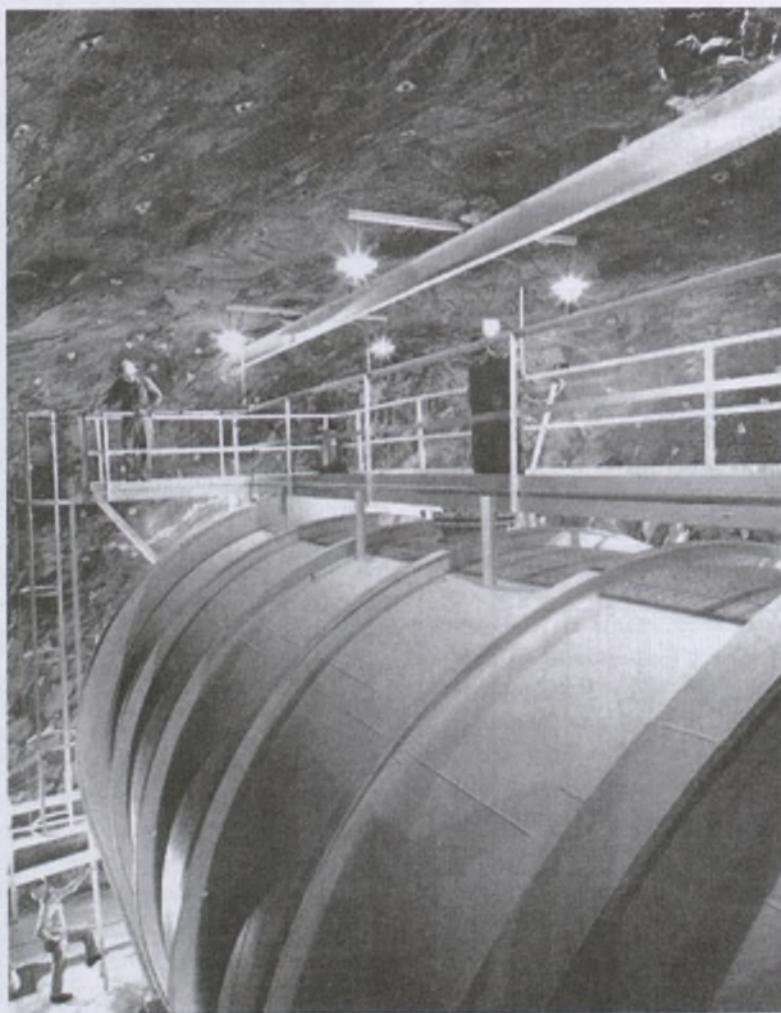
Stacja pomp w „obserwatorium” Davisa

płyn powszechnie stosowany w pral-

niach chemicznych do czyszczenia odzieży. Było w nim ok. 2×10^{30} atomów chlorku, który po zaabsorbowaniu ok. 20 neutrin wysokoenergetycznych na miesiąc dałby tyleż atomów argonu. Oczywiście pierwszym zadaniem Davisa było opracowanie metody odkrycia i policzenia tych atomów. To zadanie, zdaniem wielu uczonych, trudniejsze niż znalezienie określonego ziarnka piasku na całej pustyni Sahara. Ale Davis z sukcesem rozwiązał ten problem i jego wyniki są w pełni wiarygodne.

Eksperyment Davisa pracował od 1962 do 1994 r. i w całym okresie zebral tylko około 2000 atomów argonu. Jest to znacznie mniej, niż się spodziewano, a w szczególności znacznie mniej, niż wskazywały badania teoretyczne prowadzone przez jego współpracownika Johna Bahcalla. A więc już po paru pierwszych latach tego eksperymentu, w latach 70. astrofizycy uświadomili sobie, że istnieje problem deficytu neutrin słonecznych. Późniejsze próby detekcji tych tajemniczych cząstek w eksperymentach SAGE na Kaukazie, GALLEX i innych również zawiodły. Powstało pytanie: czy my dobrze rozumiemy procesy zachodzące we wnętrzu Słońca? A może neutrina „gubią” się gdzieś po drodze ze Słońca do Ziemi? A może, wbrew temu, co o nich myślimy, mają jakąś, choćby bardzo niewielką, masę?

Neutrina znamy w trzech odmia-



„Obserwatorium” neutrin Davisa — główny zbiornik 615 t czterochlorku etylenu, w którym chlor ^{37}Cl na skutek reakcji z neutrinami może zamienić się w argon ^{37}Ar

nach: elektronowe, mionowe i taono- we. Neutrina elektronowe są produk- tem reakcji jądrowych zachodzących głęboko we wnętrzu gwiazd i naszego Słońca. Zanim dotrą do Ziemi, muszą pokonać najpierw materię słoneczną, a następnie przestrzeń dzieżącą Słońce od Ziemi. Wprawdzie cała ta droga trwa tylko około 8 min, ale może wła-śnie w tym czasie ulegają one przemianie w inny typ cząstek, np. w neutrina mionowe lub taonowe, które byłyby zupełnie niewidoczne dla ziemskich instrumentów?

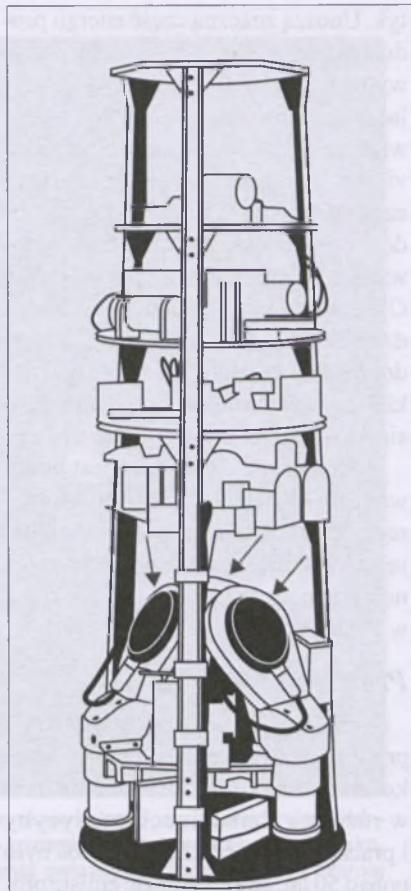
Neutrina w laboratorium i z Kosmosu

Zainteresowanie cząsteczkami elementarnymi materii było tak duże, że w kilku miejscach na kuli ziemskiej zbudowano różne ich detektory i za- programowano różne badania. Np. w Kanadzie zbudowano laboratorium SNO, którego detektor neutrin wyko- rzystuje ciężką wodę D_2O . W Japonii Masatoshi Koshiba zbudował detek- tor, który miał pierwotnie służyć do badania rozpadu protonu. Nazwano go Kamiokande. Składa się on z wielkie- go (średnica przeszło 17 m), umieszczonego też w starej kopalni dla uniknięcia „szumów” atmosferycznych, zbiornika wypełnionego czystą wodą (2140 t!). Jego ściany zostały wyłożo- ne fotopowielaczami (były ich prawie 10 tys.) i miały rejestrować blysk po- wstający w czasie przechodzenia neutrina przez detektor i reagującego z jądrem jakiegoś atomu zawartego w wodzie. Uwolniony w czasie takiej reakcji elektron powodowałby tzw. świecenie Cerenkowa, które świadczyłoby o schwytaniu neutrina. Detek- tor ten potwierdził wyniki badań Raymonda Davisa. Podstawowa różnica między detektorami Davisa i Koshiby polegała na tym, że Kamiokande rej- strował czas zjawiska i kierunek, z któ- rego dochodziły neutrina. Mógł też dowieść, że mierzone neutrina rzeczy- wiście pochodziły ze Słońca.

Jak się często zdarza w pracy naukowej, oryginalny cel eksperymentu Kamiokande nie został osiągnięty, bo nie doprowadził do odkrycia rozpadu protonu, ale 23 lutego 1987 r. zareje- strował neutrina pochodzące z Kosmo- su, z wybuchu gwiazdy supernowej. Supernowa 1987A w Wielkim Obło- ku Magellana była znaczącym wyda-

rzeniem astronomicznym na południo- wej półkuli nieba. Jej wybuch nie był widoczny w Japonii, ponieważ tam nigdy nie są widoczne te galaktyki, ale pewna liczba neutrin przeszła przez Ziemię i związane z nimi promienio- wanie Cerenkowa zostało zarejestro- wane przez fotopowielacze detektora Kamionkande. W czasie wybuchu super- nowej Kamiokande zarejestrował 12 neutrin. Ocenia się, że w wybuchu SN1987A zostało uwolnionych 10^{58} neutrin, z których przez detektor prze- szło 10^{16} cząsteczek. Podobne rezul- taty otrzymali również uczeni w Sta- nach Zjednoczonych i Kanadzie. Sam fakt odkrycia strumienia neutrin sto- warzyszonego z wybuchem super- nowej świadczy o tym, że dobrze rozumiemy fizykę tego zjawiska. Ponadto pozostałości wybuchu supernowej są, zgodnie z przewidywaniami, silnymi źródłami promieniowania X i takie zjawisko rzeczywiście obserwujemy przy pomocy satelitów rentgeno- skich.

Doświadczenia Davisa i Koshiby legły u podstaw powstania nowej dziedziny astronomii — astronomii neutrino- wej. Detektor Kamiokande został rozbudowany i ulepszony i nazywa się teraz SuperKamiokande. Eksperymenty przeprowadzone w ostatnich latach przy pomocy tego instrumentu doprowa- dziły do odkrycia zupełnie nowego zjawiska „oscylacji” neutrin, w któ- rych jeden rodzaj neutrin może przemienić się w inny (mówiąc się, że może zmienić zapach). Badano kaska- dy neutrin pojawiające się w atmosfe- rze Ziemi na skutek oddziaływanie- z nią promieniowania kosmicznego. Wykazano, że liczba neutrin elektro- nowych docierających do detektora bezpośrednio z atmosfery była zdecydo- wanie większa niż liczba neutrin po- wstających dokładnie po drugiej stronie globu ziemskiego, a więc po- konujących dodatkową drogę do de- tekторa równą średnicy Ziemi. Jedynym wyjaśnieniem tego zjawiska jest właśnie przechodzenie jednych neutrin w drugie. Przemiany te mogą mieć charakter oscylacji, tzn. wielo- krotnych przemian jednej cząstki w drugą i z powrotem. To pociąga za sobą konieczność posiadania przez neutrina niezerowej masy, a to z kolei ma wielkie znaczenie dla Modelu Standardowego cząstek elementar-



Schemat aparatury Giacconiego, któ- ra została umieszczona w dziobie ra- kiety Aerobee i w dniu 18 czerwca 1962 roku wyniesiona ponad atmosferę ziemską. Celem eksperimentu było poszukiwanie fluoresencyjnego promieniowania X z powierzchni Księ- życa. Promieniowania rentgenowskie- go z Księżyca nie zaobserwowano, ale odkryto pierwsze źródło promieniowania X spoza Układu Słonecznego, w pobliżu środka Drogi Mlecznej. Póź- nie nadano temu źródłu nazwę Skor- pion X-1 (Sco X-1) i okazało się ono układem podwójnym, w którym jeden ze składników jest gwiazdą neutro- nową.

Odbiornikami promieniowania w tym eksperymencie były 3 liczniki scyntylacyjne Geigera (wskazane strzałka- mi), przed którymi nie było żadnego kolimatora. „Okna” tych liczników miały różną grubość, co umożliwiło określenie energii rejestrowanego promie- niowania X. Rzeczywista wysokość prezentowanego wyżej instrumentu sięga 1 m

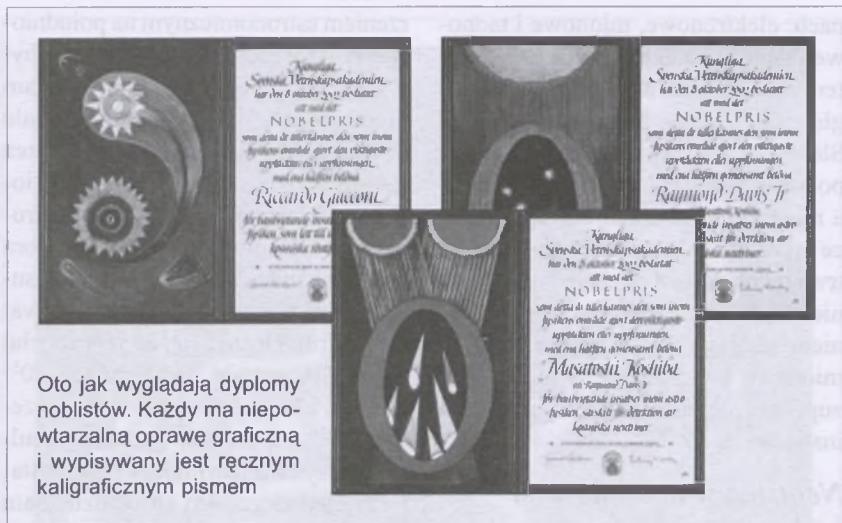
nych i dla roli, jaką neutrina mogą odgrywać we Wszechświecie. Wielkie ilości neutrin, nawet o niewielkiej masie, mogą stanowić istotną część ciągle nam brakującej (mówimy „ciemnej”) materii Wszechświata. Mogą one odgrywać dużą rolę w pro- cesie formowania i grupowania galak-

tyk. Unoszą znaczną część energii produkowanej w Słońcu i gwiazdach oraz wybuchu gwiazd supernowych. Oszcylacje neutrin mogą również być odpowiedzialne za wynik obserwacji Davisa, który rejestrował dużo mniej tych cząstek, niż oczekiwali. Więcej dowódów na oscylacje neutrin pojawiło się wiosną 2000 r., kiedy w Neutrino Obserwatorium w Sudbury w Kanadzie (Sudbury Neutrino Observatory) doniesiono o „odnalezieniu” wszystkich neutrin słonecznych (patrz miesięcznik „Delta”, lipiec 2002 r.).

Aktualnie w Antarktyce jest budowany nowy detektor, AMANDA, którego celem będą obserwacje przenikających Ziemię wysokoenergetycznych neutrin poprzez efekt Czerenkowa w lodzie arktycznym.

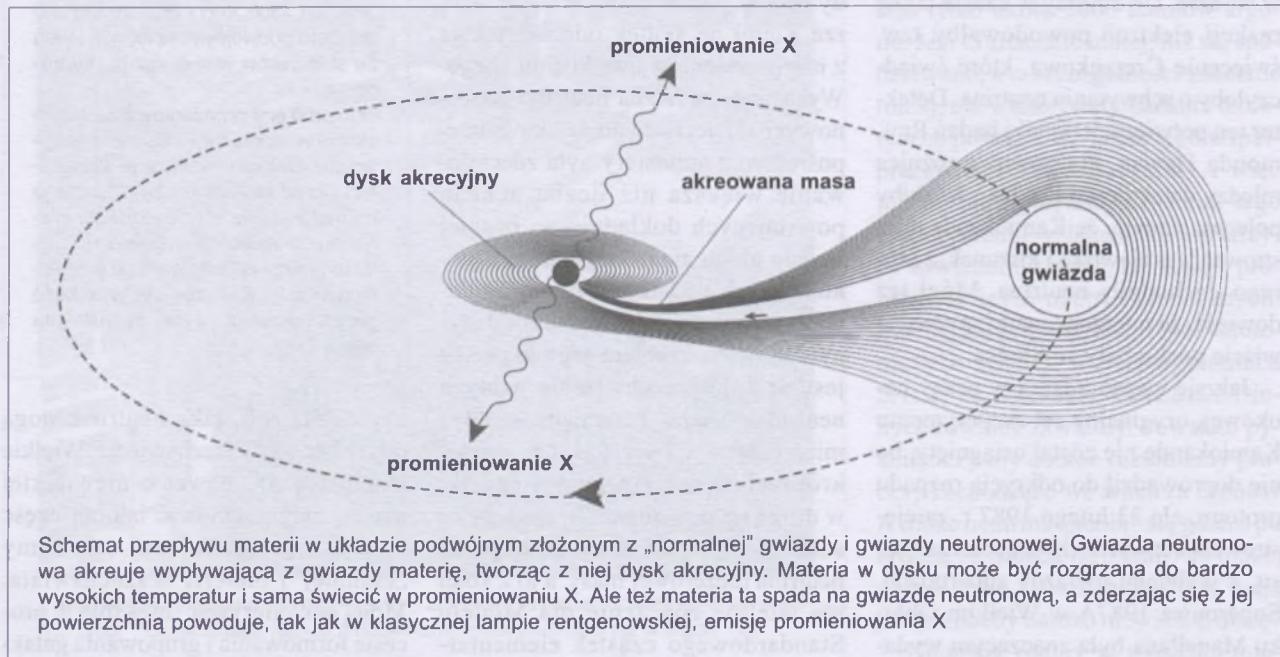
Promieniowanie X

Promieniowanie X zostało odkryte przez W. K. Roentgena w 1895 r. i szybko znalazło szerokie zastosowanie w różnych dziedzinach medycyny i pracach badawczych. Ale trzeba było ponad 50 lat, aby stwierdzić emisję promieniowania X z ciał niebieskich. Powodem tego był przede wszystkim fakt, że promieniowanie to, które tak łatwo przenika przez ludzkie ciało, jest prawie całkowicie absorbowane przez ziemską atmosferę. I trzeba było czekać na rozwój technik rakietowych, które zdolne były wynieść odbiorniki promieniowania X ponad gęste warstwy atmosfery. Pierwszy takich obserwacji dokonał Herbert Friedman w 1949 r.

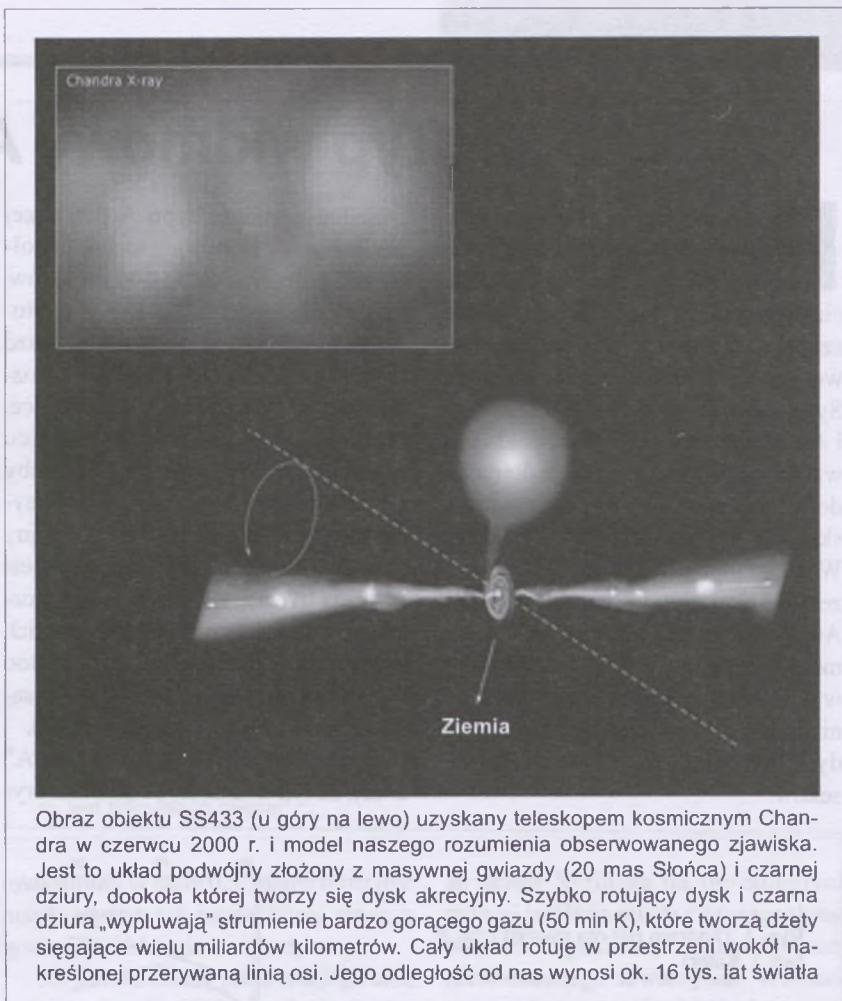


Odkrył, że obszary plam i erupcji słonecznych oraz korona słoneczna są źródłami promieniowania Roentgena. Następne etapy odkrywania promieniowania rentgenowskiego ciał niebieskich dokonywały się przy znaczącym udziale tegorocznego włosko-amerykańskiego laureata Nagrody Nobla. Pracował nad tym problemem w USA już od roku 1959. Najpierw pod kierunkiem Bruno Rossiego pracował nad zasadami budowy teleskopu rentgenowskiego. Problem polegał na tym, że nie można dla tego promieniowania zastosować teleskopu podobnego do teleskopów optycznych, bo promieniowanie X po prostu przenika przez takie lustra. Natomiast promieniowanie to może się odbijać, gdy pada prawie stycznie do powierzchni „lustra”, stąd też teleskopy rentgenowskie podobne są najbardziej do lejka. Pierwsze instrumenty astrono-

miczne do obserwacji promieniowania rentgenowskiego ciał niebieskich w ogóle nie miały luster. Pierwszy taki instrument zbudowany przez Giacconiego i jego grupę miał tylko liczniki Geigera i wzbil się na 6 min nad atmosferę na dziobie rakiety Aerobee w czerwcu 1962 r. Celem obserwacji było sprawdzenie, czy Księżyc nie promieniaje w tym zakresie widma. Nie odkryto promieniowania X Księżyca, ale niespodziewanie zarejestrowano jakieś silne odległe źródło X w centralnych rejonach Drogi Mlecznej i ogólne tło rentgenowskie całego nieba. To źródło zostało później nazwane Sco X-1, a inne źródła w tym pionierskim eksperymencie odkryte to Cyg X-1, X-2 i X-3. Te ostatnie to gwiazdy rentgenowskie, będące, co wiemy już dzisiaj, ciasnymi układami podwójnymi, w których jeden ze składników jest gwiazdą neutronową lub



czarną dziurą. Dla dalszych badań nowo odkrytych obiektów oraz przeglądu nieba w promieniowaniu rentgenowskim Ricardo Giacconi zainicjował budowę dedykowanego tym badaniom satelity. Aparatura została wprowadzona na orbitę okołoziemską w grudniu 1970 r. z bazy w Kenii. Dla uhonorowania miejsca startu nadano temu obserwatorium nazwę UHURU (co znaczyło „wolność” w języku suahili). Pracował do marca 1973 r. Odkryto nim ponad 400 nowych źródeł promieniowania X i uzyskano wiele informacji o promieniowaniu tła nieba w tym zakresie widma. Obserwatorium to też nie miało tego, co w klasycznym teleskopie jest najważniejsze — zwierciadła dającego obraz obserwowanego obiektu. Wyposażone było tylko w liczniki scyntylacyjne. Otrzymańnym „obrazom” nieba wiele jeszcze brakowało do jakości obrazów nawet niewielkich teleskopów optycznych. Doświadczenia Giacconiego i jego autorytet przekonały NASA, że trzeba zbudować kolejne orbitalne obserwatorium promieniowania X, tym razem już ze zwierciadłem dającym obrazy dobrej jakości. W 1978 r. został zbudowany i wprowadzony na orbitę satelita EINSTEIN, który pracował do kwietnia 1981 r. Jego teleskop rentgenowski miał powierzchnię zbiorczą 350 cm² i dawał obrazy o jakości porównywalnej z jakością obrazów optycznych (zdolność rozdzielcza 2—5 sekund łuku). Jego czułość była tak wielka, że mógł rejestrować źródła promieniowania X milion razy słabsze od Sco X-1. To obserwatorium dokonało wielu fundamentalnych odkryć. Obserwowało 7000 źródeł X. Wiele układów podwójnych, w których skład wchodziła gwiazda neutronowa lub czarna dziura, zostało przebadanych. Odkryto promieniowanie rentgenowskie normalnych gwiazd i odległych galaktyk, wybuchy promieniowania X z jąder aktywnych galaktyk itp. Przeanalizowano promieniowanie pozostałości po wybuchach gwiazd supernowych i materii zalegającej w przestrzeniach międzygalaktycznych. Jakby tych odkryć było za mało, Giacconi zainicjował budowę kolejnego, jeszcze większego i dającego jeszcze lepsze obrazy obserwatorium promieniowania X. Nowe obserwatorium kosmiczne od 1999 r. znajduje się nad Ziemią i nazywa się CHANDRA (powierzchnia zbiorcza 1145 cm², tzn. średnica „równoważna” lustra jest



Obraz obiektu SS433 (u góry na lewo) uzyskany teleskopem kosmicznym Chandra w czerwcu 2000 r. i model naszego rozumienia obserwowanego zjawiska. Jest to układ podwójny złożony z masywnej gwiazdy (20 mas Słońca) i czarnej dziury, dookoła której tworzy się dysk akrecyjny. Szybko rotujący dysk i czarna dziura „wypluwają” strumień bardzo gorącego gazu (50 mil K), które tworzą dżetę sięgającą wielu miliardów kilometrów. Cały układ rotuje w przestrzeni wokół określonej przerywaną linią osi. Jego odległość od nas wynosi ok. 16 tys. lat świetla

1,2 m). Ten teleskop daje obrazy ciał niebieskich w dziedzinie promieniowania X tak dokładne (0,5 s łuku), jak teleskop kosmiczny Hubble'a w dziedzinie widzialnej widma (patrz „Urania - Postępy Astronomii” nr 5/2002).

Dzięki odkryciu promieniowania X pochodzącego od ciał niebieskich nasz obraz Wszechświata zmienił się zasadniczo. Pięćdziesiąt lat temu został on zdominowany tym, co widzieliśmy w optycznym zakresie widma: gwiazdy i ich zgrupowania były stabilne, a zmiany zachodziły w nich powoli i stopniowo — powiedzieć można statycznie i z rozwagą — w ciągu milionów lat. Dzisiaj wiemy, że Wszechświat jest areną niezwykle szybkich, trwających czasem ułamki sekund procesów, w których uwalniają się olbrzymie ilości energii. Takie procesy często związane są z niezwykle małymi (znacznie mniejszymi niż Ziemia) obiektyami, które charakteryzują się nadzwyczaj wielkimi gęstościami. Badanie tych procesów i zjawisk oraz zjawisk zachodzących w aktywnych jądrach galaktyk oparte jest głównie na danych uzyska-

nych z obserwacji ich promieniowania rentgenowskiego. U progu XXI w. jest planowane rozszerzanie tajemnic fizyki kosmicznych czarnych dziur, a w tym dziale obserwacje promieniowania X dadzą nieocenione usługi. Astronomowie amerykańscy zaakceptowali już projekt instrumentu, który będzie się składał z kilku dużych teleskopów promieniowania X razem zawieszonych gdzieś w przestrzeni między Ziemią a Słońcem i pilnie obserwujących te niezwykłe obiekty.

Tę drogę badań, która nazywa się dzisiaj „astronomią rentgenowską”, torował przez ostatnie prawie 40 lat Ricardo Giacconi. Na pewno w pełni zasłużył na przyznawaną Mu Nagrodę Nobla.

Profesor Andrzej Woszczyk jest kierownikiem Katedry Astronomii i Astrofizyki Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, Prezesem PTA i Redaktorem Naczelnym „Uranii - Postępów Astronomii”.

Typ widmowy A

Patrząc gołym okiem na rozgwieźdżone niebo, dostrzeżemy całkiem sporo przedstawicieli typu A: wśród 22 gwiazd pierwszej wielkości (lub niższej) wielkości gwiazdowej jest ich 5, łącznie z najjaśniejszym Syriuszem. Wega, Syriusz, Fomalhaut i Altair układają się niemal dokładnie wzdłuż ciągu głównego od podtypu A0 do A7 (rys. 1). Na uwagę zasługują doskonale znane gwiazdy Wielkiego Wozu — pięć z nich (od β do ζ) reprezentuje ciąg główny w podtypach od A0 do A3. Ich zbliżona jasność widoma sugeruje, że muszą leżeć prawie w tej samej odległości; rzeczywiście, nie licząc nieco dalszej ε UMa, średni dystans dzielący nas od nich to 25 parseków.

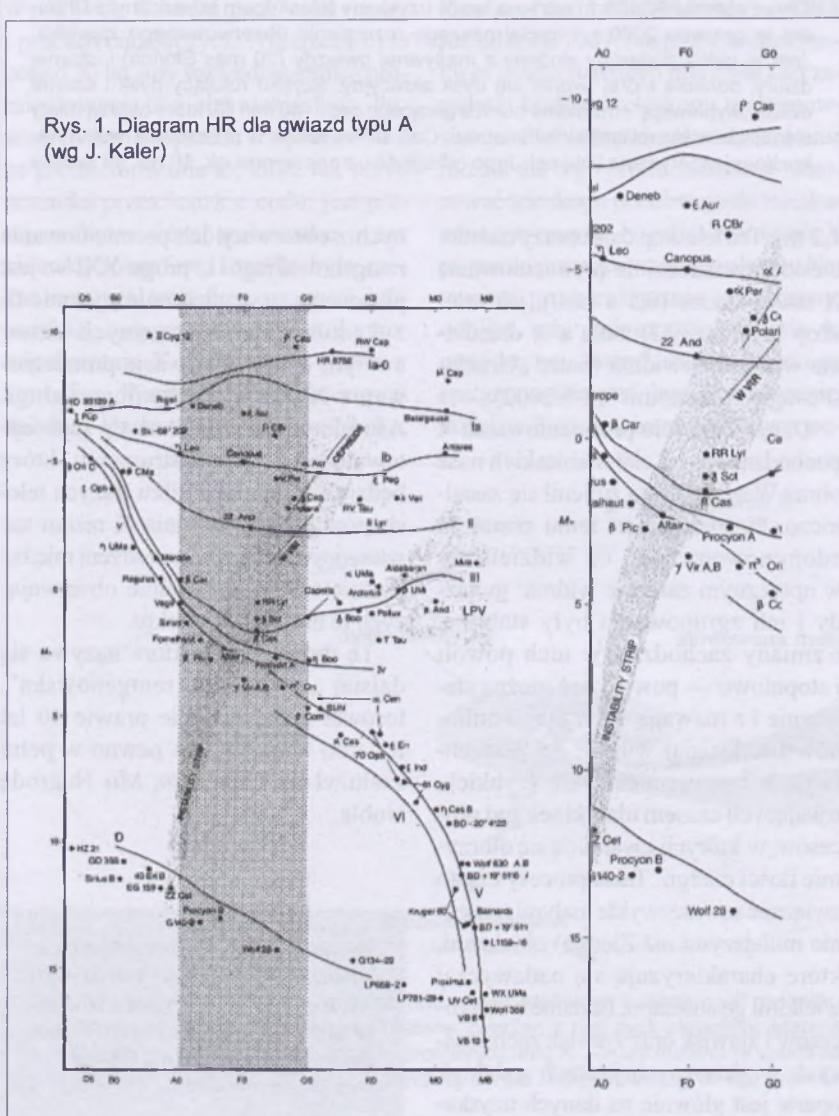
Jedna z gwiazd typu A pierwszej wielkości — Deneb — to już nadobrzym, odległy o około 500 parseków. Przy absolutnym blasku -7,3 magnitudo jest to jedna z najjaśniejszych gwiazd typu A w całej naszej Galaktyce. Rozmiarami 50-krotnie przewyższa Słońce, toteż umieszczone na jego miejscu w Układzie Słonecznym rozciągałaby się poza orbitę Merkurego. Nadobrzym typu A należą do rzadkości; kolejny — η Leo (tuż nad Regulusem) — jest gwiazdą trzeciej wielkości. Nieco liczniejsze są olbrzymy — należą do nich m.in. Rasalhague (α Opi, A5), γ Boo (A7) oraz położona u stóp Oriona (w sąsiedztwie gwiazdy Rigel) β Eri (A3).

Przypomnijmy (patrz „Urania-PA” 2/02), że typ widmowy A otwierał oryginalną klasyfikację widm stworzoną w roku 1891 w obserwatorium Harverda. Kryterium wyróżniającym były silne, szerokie linie wodoru. Jeśli mielibyśmy wskazać cechę rozpoznawalną od razu nawet na widmach o niskiej dyspersji, zapewne byłby to rzucający się w oczy regularny wzór serii Balmera w zakresie widzialnym. Ponadto widoczne są jeszcze linie K i H zjonizowanego wapnia (393,4 oraz 396,8 nm — ta druga zblendowana z linią wodoru), w miarę wzrostu temperatury bardzo szybko słabną linie Ca I 422,6 nm oraz Mg II 448,1 nm. Ogólnie rzecz biorąc, wygląd widma gwiazd typu A, zwłaszcza natężenie linii metali, może być w istotny sposób zmieniony przez osobliwości składu chemicznego atmosfery.

Zaskakujące jest, że znaczna liczba gwiazd typu A (około jedna czwarta) wykazuje osobliwość polegającą na osłabieniu linii wapnia, magnezu i skandu przy jednoczesnym wzmacnieniu linii pierwiastków grupy żelaza (Fe, Ti, V, Cr, Mn) i jeszcze cięższych (Co, Ni, Cu, Zn, Sr). Gwiazdy te określają się mianem metalicznych i oznacza symbolem Am. Dwie inne cechy odróżniające gwiazdy Am od innych gwiazd A to prędkość rotacji (zwykle mniejsza od 40 km/s przy typowej rzędzie 150 km/s) oraz ich podwójność (być może nawet wszystkie wchodzą w skład układów). Okresy obiegu są najczęściej krótsze od ok. 100 dni. Przeważnie sugeruje się, że powolna rotacja jest wynikiem synchronizacji obrotu z obiegiem orbitalnym. Uderzającą własnością gwiazd metalicznych jest brak pola magnetycznego (a jego wykrycie powinno być łatwe wobec nie-wielkiego poszerzenia rotacyjnego linii), tym bardziej że inna grupa gwiazd typu A o osobliwych widmach wykazuje istnienie bardzo silnych pól magnetycznych.

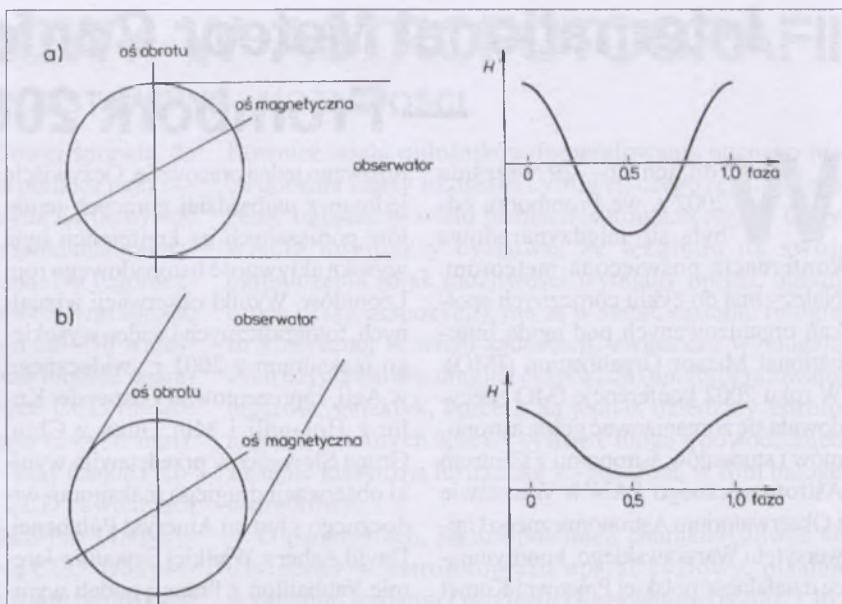
Mowa oczywiście o słynnych gwiazdach magnetycznych Ap („p”) pochodzących od słowa *peculiar* — osobliwy). Cechą spektroskopową od początku wyróżniającą je wśród innych gwiazd A jest obecność w widmach wzmacnionych linii

Rys. 1. Diagram HR dla gwiazd typu A (wg J. Kaler)



absorpcyjnych krzemu, chromu, stronu i europu (a niekiedy innych pierwiastków z grupy ziem rzadkich). U wszystkich gwiazd Ap, począwszy od 1947 r., zaobserwowano rozszczepienie zeemansowskie linii; odpowiadające natężenia pól magnetycznych mieszczą się w przedziale od 1000 do 34000 gausów. Obecnie uważa się raczej, że to pole magnetyczne, a nie samo wzmacnienie niektórych linii absorpcyjnych, jest istotnym wyróżnikiem gwiazd Ap.

Obok osobliwości widma cechą charakterystyczną gwiazd Ap jest ich szczególny rodzaj zmienności: z takim samym okresem ulegają zmianie jasność, prędkość radialna, szerokości równoważne linii oraz natężenie pola magnetycznego (rys. 2a i 2b). Okresy zmienności na ogół zawierają się w przedziale od kilku do kilkudziesięciu dni (choć najdłuższe to... 22 i 72 lata!). Obserwowane zmiany tłumaczy model skośnego rotatora (rys. 3). Zakłada on m.in., że pierwiastki, których linie wykazują zmiany, nie są rozłożone na powierzchni gwiazdy w sposób równomierny, lecz tworzą jasne plamy. W fazie 0, w której jasność oraz szerokości równoważne linii osiągają maksimum, a prędkość radialna przechodzi przez zero, jasna plama pierwiastków ziem rzadkich przechodzi przez południk obserwatora. Ponieważ natężenie składowej podłużnej pola magnetycznego osiąga



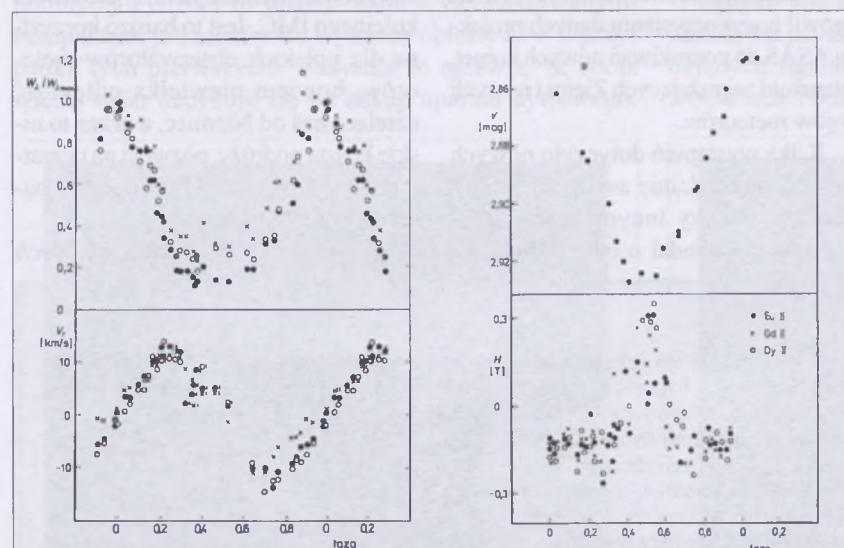
Rys. 3. Wyjaśnienie obserwowanych zmian podłużnej składowej pola magnetycznego na gruncie modelu skośnego rotatora. W przypadku a) obserwator w ciągu jednego cyklu widzi oba bieguna o przeciwniej polaryzacji, w przypadku b) widoczny jest tylko jeden biegun

maksimum w fazie 0,5, plama musi być usytuowana po przeciwniej stronie gwiazdy niż biegun magnetyczny.

Na koniec naszej prezentacji gwiazd typu A powróćmy na chwilę do Syriusa. Już w 1717 r. Edmund Halley zauważał, że jego wyznaczenia pozycji tej gwiazdy nie są zgodne z wcześniejszymi. Potwierdził to Friedrich Bessel w 1844 r., określając ruch własny gwiazdy na 1", 3 na rok. Zauważał ponadto,

że droga Syriusa na tle odległych gwiazd jest linią falistą i wyciągnął stąd wniosek o posiadaniu przez Syriusa niewidocznego towarzysza. Wniosek potwierdzono w roku 1862, dostrzegając znacznie słabszego Syriusa B (11,5 mag.). W roku 1914 uzyskano widmo tej gwiazdki, a jego analiza wprawiła ówczesnych astronomów w niemałe zakłopotanie. Jak wspomina Artur Eddington w książce „Stars and Atoms” — Komunikat z Syriusza B po rozszerzeniu brzmiał: „Składam się z materii o gęstości 3000 razy przewyższającej wartości, które znacie. Tona mojej materii jest małą brylką, którą z łatwością można zamknąć w pudełku od zapalek.” Jaką odpowiedź można było dać na taki komunikat? Odpowiedź, jaką większość z nas dała w roku 1914, brzmiała: „Przepraszam bredzić!”.

Jak wiemy, niezwykłe właściwości Syriusa B okazały się jednak faktem, a on sam stał się prototypem białych karłów — zdegenerowanych pozostałości gwiazd dorównujących masą Słońca, ale zamkniętych w obszarze o promieniu rzędu 1500 km. Choć tak niepozorne, odegrały przecież znaczącą rolę w rozwoju astrofizyki w ubiegłym stuleciu. I będą nam jeszcze towarzyszyć w opowieściach o gwiazdach najgorętszych. (kr)



Rys. 2. Zmiany: a) szerokości równoważnych ($W_x / W_{x \max}$), prędkości radialnych (V_r), (b) jasności (V) i podłużnej składowej pola magnetycznego (H) w gwiazdzie magnetycznej α^2 CVn. Różnymi symbolami oznaczone są wielkości uzyskane na podstawie linii różnych pierwiastków

International Meteor Conference (IMC)

— Frombork 2002

Wdniach 26–29 września 2002 r. we Fromborku odbyła się międzynarodowa konferencja poświęcona meteorom. Należy ona do cyklu corocznych spotkań organizowanych pod egidą International Meteor Organization (IMO). W roku 2002 konferencję IMO zdecydowała się zorganizować grupa astronomów i studentów astronomii z Centrum Astronomicznego PAN w Warszawie i Obserwatorium Astronomicznego Uniwersytetu Warszawskiego, koordynująca działalność polskiej Pracowni Komet i Meteorów. W lokalnym komitecie organizacyjnym znaleźli się: Piotr Kędzierski, Arkadiusz Olech, Aleksander Trofimowicz, Mariusz Wiśniewski i Kamil Złotkowski.

Nie bez przyczyny na miejsce spotkania wybrano Frombork. Przede wszystkim urocze miasto Mikołaja Kopernika miało przyciągnąć jak największą liczbę uczestników z zagranicy. Duże znaczenie miał też fakt, że swoje pierwsze kroki PKiM stawała właśnie we Fromborku. Dodatkowo silnym argumentem była dobra baza hotelowa i przystępne ceny. W spotkaniu wzięło udział 70 astronomów zawodowych i miłośników astronomii z krajów takich, jak: Belgia, Białoruś, Bułgaria, Chiny, Chorwacja, Francja, Holandia, Niemcy, Polska, Rosja, Rumunia, Slovenia, Szwajcaria, Wielka Brytania, Włochy.

Podczas konferencji wygłoszono ponad 20 referatów, zaprezentowano kilkanaście plakatów naukowych i zorganizowano jedną pracownię. Oczywiście jednym z najbardziej gorących tematów poruszanych na konferencji była wysoka aktywność listopadowego roju Leonidów. Wyniki obserwacji wizualnych, fotograficznych i wideo wysokiego maksimum z 2001 r., widocznego w Azji, zaprezentowali Casper der Kulle z Holandii i Min Guan z Chin. Grupa Słoweńców przedstawiła wyniki obserwacji drugiego maksimum widocznego z terenu Ameryki Północnej. David Asher z Wielkiej Brytanii i Jeremy Vaubaillon z Francji podali wyniki modelowania aktywności roju Leonidów w roku 2002. Wynika z nich, że w nocy z 18 na 19 listopada około godziny 5 rano będziemy mieli okazję podziwiania około 3000–4000 zjawisk na godzinę.

Część wystąpień dotyczyła aktywności innego dużego roju — Perseidów. Aleksander Trofimowicz zaprezentował wyniki polskich obserwatorów. Wygłoszono również referaty na temat nowych metod obserwacji. Mariusz Wiśniewski z OAUW opowiadał o tegorocznych obserwacjach Perseidów, wykonanych skonstruowanym przez siebie miniteleskopem wyposażonym w kamerę CCD. Natomiast Arkadiusz Olech z CAMK mówił o wykorzystaniu danych projektu ASAS do poszukiwań nowych komet, planetoid zagrażających Ziemi i nowych rojów meteorów.

Kilka wystąpień dotyczyło nowych odkryć w dziedzinie astronomii meteorowej. Między innymi Kamil Złotkowski opowiadał o odkrytym przez

polskich obserwatorów roju Beta Ursy Minoryd, a Piotr Kędzierski oraz Krzysztof Mularczyk przedstawili wyniki poszukiwań nowych rojów meteorów pośród danych zebranych w ciągu ostatnich 50 lat za pomocą obserwacji fotograficznych i wideo.

Sobotnie przedpołudnie poświęcono na wycieczkę turystyczną. Uczestnicy IMC mogli obejrzeć przygotowany przez Andrzeja Pilskiego seans w planetarium, wejść na wieżę Radziejowskiego, aby podziwiać piękną panoramę Fromborka i jego okolic, zobaczyć w akcji 28-metrowe wahadło Foucaulta, zwiedzić Muzeum Mikołaja Kopernika i katedrę oraz wysłuchać koncertu organowego.

Konferencja zakończyła się w niedzielne południe. Wszyscy uczestnicy podkreślali jej idealną organizację i słuszność wyboru gościnnego Fromborka jako miejsca IMC. Organizatorom sprzyjała także kapryśna o tej porze roku pogoda, bowiem dokładnie w czasie trwania wycieczki chmury rozeszły się, ukazując błękitne niebo i tarczę naszej dziennej gwiazdy.

W trakcie fromborskiego spotkania kierownictwo IMO podjęło decyzję o wyborze Niemiec jako organizatora kolejnego IMC. Jest to bardzo korzystne dla polskich obserwatorów meteorów, bowiem niewielka odległość dzieląca nas od Niemiec, a przez to niskie koszta podróży, pozwolą na uczestnictwo w IMC dużej ilości osób z naszego kraju.

Arkadiusz Olech

Na rozkładówce:

Galaktyka spiralna M33 jest średnich rozmiarów członkiem naszej Grupy Lokalnej Galaktyk. M33 nazywa się też często Galaktyką Trójkąta (Triangulum) od nazwy gwiazdozbioru, w którym się znajduje. Około czterokrotnie mniejsza (w promieniu) od naszej własnej Galaktyki Mlecznej Drogi oraz od Galaktyki Andromedy (M31) jest znacznie większa niż wiele okolicznych karłowatych galaktyk sferoidalnych. Bliskość M33 do M31 powoduje, iż niektórzy uważają ją za satelitę masywniejszej galaktyki. Bliskość M33 do naszej Mlecznej Drogi powoduje, iż jej widoma wielkość kątowa jest dwa razy większa niż Księżyca w pełni. Można ją dostrzec korzystając z dobrej lornetki. Powyższy obraz wysokiej rozdzielczości wykonany 90-centymetrowym teleskopem w Kitt Peak National Observatory jest czterobarwną składanką.

Fot. T. A. Rector i M. Hanna, NOAO, AURA, NSF



APARAT CYFROWY W ASTROFOTOGRAFII

I. PODSTAWOWE MOŻLIWOŚCI

Dynamika rozwoju fotografii cyfrowej sprawia, że jakość obrazów uzyskiwanych za pomocą najnowszych aparatów cyfrowych zaczyna dorównywać tej, jaką można osiągnąć za pomocą lustrzanki małoobrazkowej zaopatrzonej w błonę fotograficzną. Na tegorocznych targach Photokina (największe na świecie targi sprzętu foto-video), które odbywały się w dniach 25—30 września w Kolonii, zaprezentowano najnowsze modele aparatów cyfrowych wyposażonych w matryce CCD mające rozmiary klatek filmu małoobrazkowego (24×36 mm). Aparaty te zostały zaprezentowane przez firmy Canon i Kodak. Canon EOS 1Ds posiada matrycę CCD zawierającą 11 mln pikseli, a model firmy Kodak (DCS Pro 14N) wyposażono w ponad 13-milionową matrycę CCD. Oba prezentowane aparaty są cyfrowymi lustrzankami. Jednak nie do tych aparatów należy rekord w rozmiarach matrycy CCD. Niekwestionowanym liderem jest, produkowana przez firmę Sinar, tylna ścianka przeznaczona do średnioformatowych aparatów fotograficznych — Sinarback 54, którą wyposażono w matrycę CCD zawierającą 22 mln pikseli!

Oczywiście ostra konkurencja ma miejsce także wśród najtańszych aparatów cyfrowych, przeznaczonych dla szerskiej rzeszy amatorów fotografii. W tej klasie sprzętu mamy najwięcej producentów, którzy walcząc o klienta oferują coraz większe możliwości aparatów oraz lepszą jakość uzyskiwanych zdjęć za coraz mniejszą cenę. Kompakty cyfrowe (bo o nich tu mowa) coraz częściej oferują fotografującemu nie tylko wysoką rozdzielcość obrazu sięgającą 5 mln pikseli, ale także pełną kontrolę nad ustawieniami aparatu. W zasadzie jedyną znaczącą różnicą pomiędzy cyfrowymi lustrzankami a zaawansowanymi kompaktami jest możliwość wymiany obiektywów w przypadku tych pierwszych. Wszystko to sprawia, że coraz więcej osób decyduje się na zakup aparatu cyfrowego.

Również wielu miłośników fotografowania nocnego nieba docenia zalety fotografii cyfrowej, czego rezultaty możemy oglądać w wielu pismach astronomicznych. Oczywiście kompakty cyfrowe, ze względu na swoje ograniczenia (brak możliwości wymiany optyki, ograniczone czasy ekspozycji), nie są w stanie zastąpić fotografii klasycznej w wielu zadaniach, zwłaszcza wymagających użycia bardzo długich ekspozycji (np. fotografowanie mgławic, galaktyk, komet). Są jednak dziedziny astrofotografii, w których aparaty cyfrowe mogą z powodzeniem zastąpić klasyczną lustrzankę wyposażoną w film halogenosrebrowy.

O parametrach, jakimi powinien charakteryzować się użyteczny w astrofotografii aparat cyfrowy, pisałem w ostatnim wydaniu *Poradnika Obserwatora* (6/2002). Reprezentantem obszernej klasy kompaktowych aparatów cyfrowych jest Olympus Camedia C-4000 ZOOM. Jest to aparat spełniający wszystkie wymagania stawiane kompaktom cyfrowym w astrofotografii, a stosunkowo niewielka cena (około 2900 zł) jest jego nie mniejszym atutem. Główne parametry tego modelu to: 4-milionowa matryca CCD, czasy ekspozycji od 1/1000 do 16 sekund, obiektyw: 6,5—19,5/2,8, pełna kontrola nad parametrami ekspozycji, ręczne ustawianie ostrości w pełnym zakresie odległości, ręczna regulacja balansu bieli oraz czułości: 100, 200 i 400 ASA.

Na przykładzie tego aparatu spróbujemy dowiedzieć się, w obecnym i następnych wydaniach *Poradnika Obserwatora*, jakie astronomiczne możliwości kryją się w cyfrowych kompaktach oraz w jaki sposób je wydatnie zwiększyć.

Optyka aparatu, będąc obiektywem typu zoom ($3\times$), umożliwia uzyskiwanie niewielkich powiększeń odpowiadających ogniskowym 32—96 mm dla formatu klatek 24×36 mm. Podawanie ekwiwalentu ogniskowych dla for-



10.11.2002, f = 19,5 mm, f/d = 2,8, 100 ASA, t_{exp} = 1/125 s



16.11.2002, f = 19,5 mm, f/d = 2,8, 100 ASA, t_{exp} = 1/250 s



Zdjęcie wykonane 6.11.2002, f = 19,5 mm, f/d = 2,8, 400 ASA, t_{exp} = 8 s

matu klatki filmu małoobrazkowego odnosi się do efektywnego pola widzenia, na co ma wpływ nie tylko ogniskowa obiektywu, ale także wielkość matrycy CCD. Pamiętajmy, że obiektyw, np. o ogniskowej 20 mm, tworzy obraz o jednakowej wielkości niezależnie od tego, czy rejestrujemy go na kliszy fotograficznej czy matrycy CCD.

Stała światłosiła (2,8) powoduje, iż przy zmianie ogniskowej zmienia się także efektywna średnica obiektywu w zakresie 2,32–6,96 mm. Wartości te odpowiadają rozmiarom żrenicy oka ludzkiego i są znacznie mniejsze od średnicy obiektywów standardowych przeznaczonych dla lustrzanek małoobrazkowych. Średnica obiektywu o ogniskowej 50 mm i światłosile 2 wynosi 25 mm, co oznacza, że obiektyw ten ma prawie 13 razy większe pole powierzchni niż obiektyw Camedii przy ogniskowej 19,5 mm ($\phi = 6,96$ mm).

Interesujące jest sprawdzenie, jakie obrazy daje opisany układ optyczny w połączeniu z wysokiej klasy matrycą CCD (przekątna = 14,1 mm) dającą obrazy o rozmiarach 2288×1712 pikseli. Najczęściej fotografowanym obiektem jest Księżyc, a zatem i my od tego obiektu zaczniemy. Poniżej prezentowane są dwa zdjęcia Księżyca wykonane przy ogniskowej 19,5 mm. Warto podkreślić, że średnica Księżyca w pełni na matrycy CCD wynosi 0,17 mm! Czy tak małe obraz będzie w ogóle czytelny? Prezentowane poniżej zdjęcia, na których nie tylko wyraźnie widać fazy, ale także księżycowe morza, są wystarczającą odpowiedzią.

Kolejnym celem naszych testów będą gwiazdy. Na powyższym zdjęciu widoczne są gwiazdozbiory Delfina i Strzały wykonane przy średnicy obiektywu wynoszącej 6,96 mm, czułości 400 ASA i czasie ekspozycji wynoszącym 8 s. Aparat umieszczony był na statywie fotograficznym. Na prezentowanym zdjęciu są widoczne wszystkie główne gwiazdy tworzące oba gwiazdozbiory.

Aby sprawdzić, jak słabe gwiazdy są widoczne przy tak dobranych parametrach ekspozycji, postanowiłem sfotografować gromadę otwartą gwiazd — Plejady. Na wykonanym zdjęciu najsłabsze gwiazdy mają jasność około 5,5 mag. Przy zwiększeniu czasu ekspozycji do 16 sekund obrazy gwiazd są już wyraźnie wydłużone. Natomiast maksymalny czas ekspozycji (przy którym obrazy gwiazd są jeszcze punktowe) dla filmu małoobrazkowego i obiektywu o ogniskowej 19,5 mm, w przypadku Plejad, wynosi 25 s. Zatem jeśli użyjemy obiektywu o ogniskowej 19,5 mm oraz czasu ekspozycji wynoszącego np. 16 s, to na kliszy zobaczymy punktowy obraz gwiazdy, a na zdjęciu wykonanym aparatem cyfrowym — fragment łuku. Przykład ten wyraźnie ilustruje przewagę, pod względem rozdzielczości, matrycy CCD nad kliszą fotograficzną.

Podsumowując, należy stwierdzić, że astrofotograficzne możliwości opisanego powyżej aparatu cyfrowego praktycznie odpowiadają temu, co możemy dostrzec nieuzbrojonym okiem.

Wiesław Skórzyński

AstroJaWil

Janusz Wiland
tel. 607-429-258

Ten program komputerowy w pełni zastępuje mapkę obrotową nieba, kalendarze astronomiczne, atlasy, notatnik i książkę telefoniczną. Wiele graficznych wizualizacji nieba: mapy i wykresy ułatwiają każdemu szybką orientację na niebie i precyzyjne zaplanowanie każdej obserwacji. Dla dowolnie wybranego miejsca obserwacji można wyliczyć widok nieba i położenia ciał Układu Słonecznego na każdy dzień do 2017 r. Pełny opis programu znajduje się na stronie domowej Janusza Wilanda (jawil@teleskopy.pl)
<http://astro-jawil.teleskopy.pl/astrojawil.htm>

„Astronomiczne” doświadczenia z fizyki

27–29 WRZEŚNIA 2002 odbyło się w Warszawie, w Centrum Astronomii PAN IX Seminarium dla nauczycieli fizyki *Astronomia w szkołach ponadpodstawowych*. Parę miesięcy wcześniej zwrócił się do mnie dr Stanisław Bajtlik (organizator seminarium) z prośbą o przygotowanie kilku doświadczeń z fizyki, choćby luźno związanych z astronomią. W pierwszej chwili pomyślałem, że właściwie mogę wybrać dowolne doświadczenia. Jeśli prawdziwe jest twierdzenie (a moim zdaniem bezwzględnie jest), że nie można dobrze uczyć astronomii bez dobrego uczenia fizyki (i odwrotnie), to każde doświadczenie z fizyki jest dla nauczania astronomii istotne. Mogłoby się wydawać, iż zrozumiano to nawet w Ministerstwie Edukacji. Wszak zmieniono nazwę przedmiotu *z fizyka z astronomią na fizyka i astronomia*, co oznacza, że oba przedmioty są równoważne. Niestety, nie znalazło to odbicia w podstawie programowej. Jeszcze gorzej jest w podręcznikach, w których treści astronomiczne ograniczono do minimum lub całkowicie je pominięto. A mimo to zyskały one aprobatę Ministerstwa. Zmiana nazwy przedmiotu okazała się błędem urzędników niezbyt dobrze znających reguły poprawnej polszczyzny.

W końcu jednak zadałem sobie trochę trudu i postąpiłem nieco inaczej. Przyjąłem następujące kryteria doboru doświadczeń:

- doświadczenie powinno być mało znane,
- powinno być możliwe do wykonania w każdej szkole,
- niezbędne przyrządy powinny być łatwe do przewiezienia do Warszawy i oczywiście muszą mieć widoczny związek z nauczaniem astronomii.

Ostatecznie przygotowałem 7 doświadczeń dotyczących:

- rozchodzenia się światła w ośrodkach niejednorodnych i turbulentnych,
- efektu Dopplera,
- dyfrakcji,
- interferencji,
- plazmy (niskotemperaturowej),
- ciała doskonale czarnego.

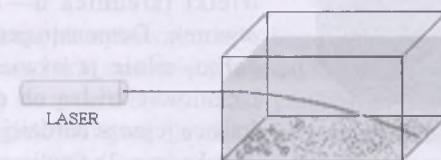
Koszt przedsięwzięcia zamknął się (dla mnie) w kwocie 14 zł 60 gr (laser półprzewodnikowy zakupiony w kiosku Ruchu 9,60 zł, sklejenie małego akwarium u szklarza 5 zł). Resztę wyszukałem w moich szufladach. Jedyny większy przyrząd, zasilacz wysokiego napięcia, miałem wykonany wcześniej z elementów pochodzących z demontażu różnych urządzeń elektronicznych.

Doświadczenia

Rozchodzenie się światła w ośrodku z gradientem gęstości. Refrakcja astronomiczna

Równoległościenne naczynie szklane (np. wanienkę do pokazu załamania światła V7-24) napełniamy wodą na wysokość ok. 20 cm. Ustawiamy w miejscu, w którym będziemy wykonywać doświadczenie. Do wody wsypujemy

szklankę soli (tak, aby pokryła całe dno). Pozostawiamy w spokoju na czas 12–24 godzin. Poziomą wiązkę laserową kierujemy na ściankę naczynia (rys. 1). W czasie pokazu wykorzystałem sklejone przez szklarza (koszt ok. 5 zł) naczynie o wymiarach 5 × 15 × 25 cm. Mając takie naczynie, możemy wykonać kilka innych doświadczeń.



Rys. 1

Błękit nieba. Dlaczego Słońce o zachodzie jest czerwone. Poczerwienienie światła gwiazd

Naczynie napełniamy wodnym roztworem tiosiarczanu sodu (podstawowy składnik utrwalaczy fotograficznych). Na naczynie kierujemy wąską, silną wiązkę światła białego. Roztwór powinien być czysty, przefiltrowany, aby wiązka w wodzie nie była widoczna. Szklaną bagietką zanurzamy w kwasie siarkowym i przenosimy do naczynia. Mieszamy bagietką roztwór. Po paru minutach wiązka w wodzie staje się widoczna i ma wyraźnie błękitne zabarwienie. Kwas siarkowy powoduje wytrącanie z roztworu bardzo drobnych kryształków siarki i na nich następuje rozpraszanie światła. Z upływem czasu wiązka staje się biała, a plamka na ekranie ustawionym za naczyniem czerwienieje.

Światło nieba jest spolaryzowane

Przyrządy jak w doświadczeniu poprzednim. Gdy błękitna wiązka staje się widoczna, przesłaniamy naczynie (od strony uczniów) folią polaryzacyjną. Obracamy folię. Wiązka pojawia się i znika. Inna wersja. Folię (polaryzator) wstawiamy w wiązkę oświetlającą. Obracamy tak, aby wiązka była dobrze widoczna. Polecamy wybranemu uczniowi zajrzeć do naczynia z góry. Wiązki nie widzi. Obracamy polaryzator o 90°. Z góry wiązka staje się widoczna, nie widząc jej uczniowie patrzący na naczynie z boku. Gdy kryształki siarki rozrosną się i roztwór uzyska mleczne zabarwienie, polaryzacja światła rozproszonego zanika (światło rozproszone przez chmury nie jest spolaryzowane).

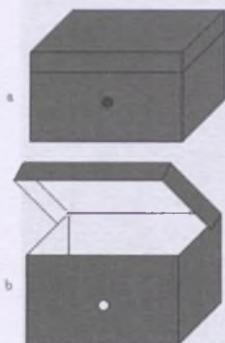
Prawo Stokes'a („rozmienianie” na drobne kwantów promieniowania wędrujących przez gwiazdę)

Naczynie napełniamy wodnym roztworem fenolofortaleiny lub rivanolu (do nabycia w aptece). Dobre wyniki dają też niektóre szampony. Optymalne stężenie roztworu należy dobrać doświadczalnie. Jak poprzednio, na naczynie kierujemy silną wiązką światła białego. Pojawia się zielonkawe światło fluorescencji. W wiązkę oświetlającą wstawiamy

filtr niebieski. Zielonkawe świecenie jest nadal widoczne. Wstawiamy filtr czerwony. Fluorescencja zanika.

Ciało doskonale czarne

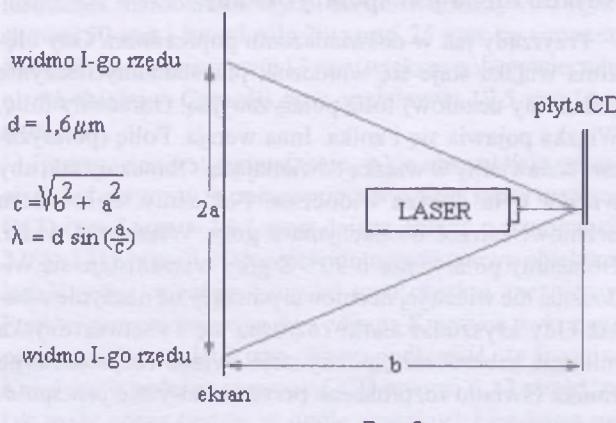
Ciało doskonale czarne często wykorzystywane do opisu promieniowania termicznego gwiazd jest dla uczniów pojęciem bardzo abstrakcyjnym. Możemy je przybliżyć, wykonując bardzo proste i zaskakujące (uczniów) doświadczenie. Niewielkie otwierane pudełko o białym wnętrzu klejemy czarnym, matowym papierem (z opakowań parerów fotograficznych). W jednej ze ścianek wycinamy niewielki (średnica 6–7 mm) otworek. Demonstrujemy pudełko, silnie je oświetlając. Uczniowie widzą na czarnej ściance jeszcze bardziej czarną plamkę (rys. 2). Otwieramy pudełko. Warto zwrócić uwagę, że otworek będzie jeszcze bardziej czarny (właściwie doskonale czarny), jeśli wnętrze pomalujemy sadzą (współczynnik odbicia sadzy ok. 0,98).



Rys. 2

Dyfrakcja światła

Dyfrakcja światła odgrywa w astronomii różną rolę. Z jednej strony ogranicza zdolność rozdzielczą teleskopów, z drugiej pozwala uzyskiwać widma o dużej dyspersji. Dość dobrą siatką dyfrakcyjną jest popularna dziś płyta kompaktowa (CD-Audio — 625 rys/mm, DVD — 1315 rys/mm). Wyznaczmy długość fali emitowanej przez laser półprzewodnikowy. Płyłę ustawiamy pionowo w znanej odległości od ekranu. Laser na wysokości środka płyty. Pozostałe szczegóły doświadczenia w pełni objaśnia rys. 3.

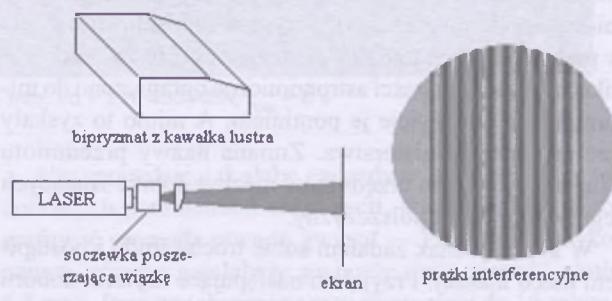


Rys. 3

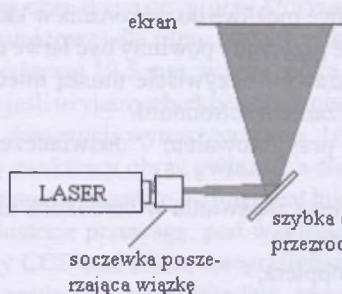
Interferencja

Zjawisko interferencji odgrywa w astronomii bardzo istotną rolę. Wymieńmy tylko interferometr Michelsona z 1920 r., interfrometrię plamkową, interferometrię w radioastronomii a ostatnio również w astronomii optycznej (m.in. Keck I i Keck II). Najprostsze doświadczenie możliwe do wykonania w każdych warunkach to nadmuchanie bańki mydlanej i obserwacja pięknych barw uzyskanych dzięki interferencji światła odbitego od zewnętrznej i we-

wnętrznej ścianki bańki. Często uczniowie nie mogą sobie uświadomić, że obserwują odbicia od dwóch warstw granicznych. Możemy im to ułatwić, polecając obserwację obrazu okna utworzonego dzięki odbiciu od szkła okularów. Bardzo wyraźnie widoczne są dwa obrazy okna różnej wielkości (powierzchnie graniczne soczewki mają różne promienie krzywizny). Bardzo wygodnym przyrządem do demonstrowania zjawiska interferencji jest bipryzmat Fresnela, niestety nie produkowany w Polsce od 1939 r. Z dość dobrym skutkiem można go zastąpić kawałkiem szkła lustrzanego z lekko „sfazowanym” brzegiem (rys. 4). Wiązka laserowa musi być do tego doświadczenia poszerzona. Poszerzenie uzyskujemy przez wstawienie w wiązkę krótkoogniskowej soczewki (doskonale nadaje się do tego celu obiektyw mikroskopowy). Jeśli korzystamy ze spójnej wiązki laserowej, błonka nie musi być tak cienka jak bańka mydlana. Możemy wykorzystać cienką szybkę, w jakie niekiedy oprawiane są przezroczka. Ustawienie przyrządów widzimy na rys. 5.



Rys. 4



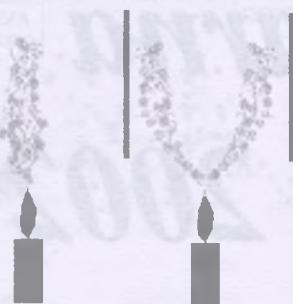
Rys. 5

Migotanie gwiazd

W tym doświadczeniu wykorzystamy prawie zapomianą projekcję cieniową. Potrzebna będzie silna żarówka z krótkim włóknem (np. stosowana w niektórych rzutnikach żarówka 12 V, 90 W oraz odpowiedni transformator. Za jej pomocą wytwarzamy na ekranie (rys. 6a) cień palącej się świecy. Nad cieniem płomienia widać szybko zmieniające się w czasie strugi i zawirowania. Ich uwidocznienie za pomocą różnej temperaturze (a więc i różnemu współczynnikowi załamania) unoszących się gazów. Podobnie turbulencje w atmosferze odchylają światło gwiazd i powodują ich migotanie.

Inny sposób. Wąską wiązkę laserową przebiegającą tuż nad płomieniem świecy kierujemy na odległy (12–15 m) ekran. Plamka świetlna wykonuje na ekranie nie skoordinowany „taniec”. Odległość do ekranu można zmniejszyć, ustawiając 3–4 świece w szeregu.

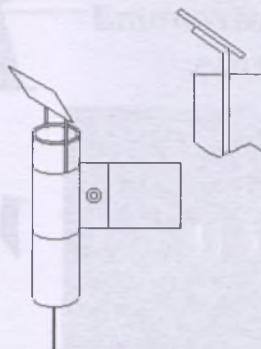
Plazma



Rys. 6

Przyrządy jak w doświadczeniu poprzednim, uzupełnione dwiema elektrodami (płytkami kondensatora — rys. 6b) połączonymi z zasilaczem wysokiego napięcia (generatorem van de Graaffa, maszyną elektrostatyczną). W chwili włączenia napięcia struga gazów rozdziela się na dwie odchylone w stronę elektrod. Świadczy to o częściowej jonizacji gazów, czyli pojawiению się plazmy. Do niedawna w wielu podręcznikach astronomii można było przeczytać zdanie: „Prawie cała materia Wszechświata występuje w stanie plazmy.” Dziś nie jesteśmy tego tak pewni, wciąż poszukując niewidocznej, ciemnej materii.

Efekt Dopplera



Rys. 7

Grubszą plastikową turkę o długości ok. 7 cm (z wypisanego mazaka) zamkniętą na jednym końcu uzupełniamy (rys. 7) skrzydełkiem z blachy (zapobiega obracaniu się przyrządu), mniejszą blaszką (zastępującą wargę grającego) i kawałkiem szpagatu o długości kilkudziesięciu centymetrów. Gdy trzymając za koniec szpagatu wprawimy przyrząd w ruch po okręgu, uczniowie usłyszą dźwięk o zmiennej wysokości (wyższy, gdy piszczałka się do nich zbliża, niższy, gdy się oddala. O znaczeniu efektu Dopplera dla astronomii nie muszę nic pisać.

Juliusz Domański

Komunikaty Polskiego Towarzystwa Astronomicznego

1. Zarząd Główny Polskiego Towarzystwa Astronomicznego na swym zebraniu we wrześniu 2002 r. postanowił zwołać XXXI Zjazd PTA w Toruniu w dniach 8–12 września 2003 r. Obowiązki Przewodniczącego Lokalnego Komitetu Organizacyjnego zgodził się przyjąć dyrektor Centrum Astronomii UMK w Toruniu prof. Andrzej Kus.
2. Jak zwykle z okazji Zjazdu rozpisujemy Konkurs na Nagrodę i medal im. Profesora Włodzimierza ZONNA „Za popularyzację wiedzy o Wszechświecie”. Członkowie PTA, Zarząd Główny PTMA oraz wszystkie Instytuty Astronomiczne w Polsce proszone są o składanie na ręce Przewodniczącego Jury propozycji nazwisk kandydatów (wraz z uzasadnieniem) do tej Nagrody do dnia 28 lutego 2003 r. Skład Jury Nagrody (medalu) na lata 2001–2003 powołany decyzją ZGPTA z dnia 28.11.2001 r. jest następujący: przewodniczący: prof. Janusz Ziolkowski, CAMK, Warszawa, członkowie: dr Magdalena Sroczyńska-Kożuchowska, Warszawa, dr Henryk Brancewicz, Prezes PTMA, dr Henryk Chrupała, Planetarium Śląskie w Chorzowie, dr Krzysztof Ziolkowski, CBK, Warszawa.
3. Z okazji Zjazdu PTA przyznawane są zwykłe „Nagrody Młodych” za wybitny, indywidualny dorobek w dziedzinie astronomii, uzyskany podczas całej działalności naukowej astronomowi posiadającemu obywatelstwo polskie i nie przekroczony wiek 35 lat. Regulamin tej nagrody opublikowany jest w „Po-

stępach Astronomii” nr 2/1994 s. 96. Kandydatów do nagrody może zgłosić każdy członek PTA, załączając ich podstawowe dane osobowe, krótkie uzasadnienie i odbitki publikacji, stanowiących argument wniosku. Termin składania wniosków upływa 30 kwietnia 2003 r. Rozstrzygnięcie Konkursu nastąpi do 31 sierpnia 2003 r., a nagroda zostanie wręczona na Zjeździe naszego Towarzystwa. Wnioski prosimy składać na adres PTA z dopiskiem na kopercie „Nagroda Młodych PTA”. Jury „Nagrody Młodych” (zgodnie z uchwałą Zarządu z dnia 28 listopada 2001 r.) jest następujące: przewodniczący prof. Bronisław Rudak, Toruń, członkowie: profesorowie Wojciech Dziembowski (Warszawa), Tadeusz Michałowski (Poznań), Michał Tomczak (Wrocław) i Michał Ostrowski (Kraków).

4. Polskie Towarzystwo Astronomiczne ma swoją domenę internetową. Jej adres: www.pta.edu.pl, a na niej podstawowe informacje o naszym Towarzystwie, serwis edukacyjny „Orion”, strony „Uranii-Postępów Astronomii” i internetowy słownik astronomiczny. Prosimy o odwiedzenie tych stron i podzielenie się swymi uwagami. Fizycznie domena nasza jest ulokowana na dedykowanym temu celowi komputerze w toruńskim Centrum Astronomii UMK w Piwnicach.

Za Zarząd Główny
Andrzej Woszczyk
Prezes

Toruń, w grudniu 2002 r.

część II

Kometarna wiosna 2002 r.

Pora na przedstawienie kolejnego gościa na naszym niebie, czyli komety C/2001 OG108 (LONEOS). Była ona obiektem niezwykłym. Otóż od około dziesięciu lat odkrywa się planetoidy zaliczane do grupy tzw. damoklidów, nazwanych tak od pierwszej znanej (5335) Damokles. Planetoidy te mają orbity eliptyczne podobne do orbit komet krótkookresowych, takich jak 1P/Halley. 28 lipca 2001 r. M. Van Ness, pracownik programu LONEOS³ (Lowell Observatory Near Earth Object Search) w Arizonie (USA) zauważył na otrzymanych obrazach nową planetoidę oznaczoną następnie 2001 OG108. Obserwacja planetoidy pozwoliła zakwalifikować ją właśnie jako typowego damoklida — w aphelium oddala się od Słońca poza orbitę Urana, w perihelium nieco przekracza orbitę Ziemi.

Najbliżej Ziemi, w odległości zaledwie 0,554 j.a. omawiany obiekt znalazł się 17 kwietnia 2002 r. (czyli zaledwie tydzień wcześniej niż opisywana już 153P/Ikeya-Zhang).

Ostatecznie wyznaczone elementy orbity 2001 OG108 są następujące:

$$T_0 = 2002 \text{ marzec } 15,1989 \text{ TT}$$

$$q = 0,994073 \text{ j.a.}$$

$$e = 0,925215$$

$$\omega = 116,4208^\circ$$

$$\Omega = 10,5541^\circ$$

$$i = 80,2440^\circ$$

(elementy kątowe podane dla epoki 2000.0)

Jak widać, 2001 OG108 krąży wokół Słońca po silnie wydłużonej elipsie z okresem prawie 50 lat.

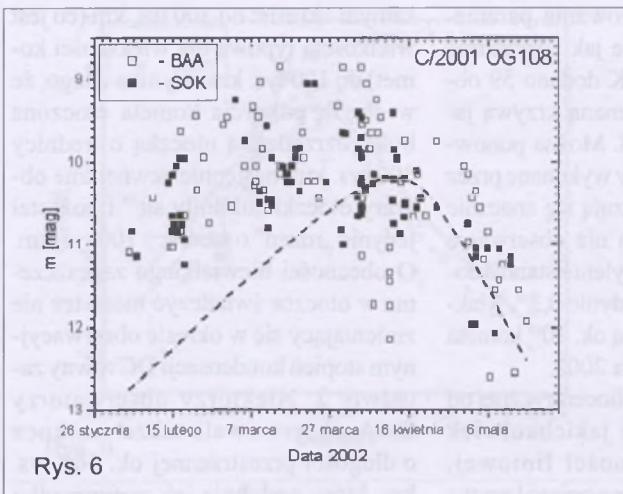
³ Celem programu LONEOS jest wykrywanie planetoid mogących potencjalnie uderzyć w Ziemię i wyznaczanie ich orbit.

Ponieważ orbity damoklidów przypominają orbity komet krótkookresowych, przypuszcza się, że są one „wygasłymi” jądrami kometarnymi, pozbawionymi już materii lotnej. Jądra komet krótkookresowych, a więc i damoklidy, pokryte są ciemną materią o bardzo niskim albedo, pomimo to odkryty właśnie 2001 OG108 okazał się być najjaśniejszą z grupy planetoid przecinających orbitę Ziemi, co wskazuje na jego dużą średnicę, prawdopodobnie ok. 15 km. Na szczęście obecna konfiguracja orbit omawianego damoklida i Ziemi sprawia, że ich zderzenie nie jest możliwe (największe zbliżenie to ok. 45 mln km), jednak w przyszłości zbliżenia 2001 OG108 z Jowiszem mogą zmienić jej orbitę w sposób trudny do przewidzenia.

Przewidywane zbliżenie do Ziemi na wiosnę 2002 r. połączone z jednocożesnym przechodzeniem przez perihelium tak jasnego i dużego damoklida sprawiło, że pojawiła się możliwość zaobserwowania ewentualnej resztkowej aktywności typu kometarnego. Rzeczywiście, 11 stycznia 2002 r. została zaobserwowana słaba otoczka, a nawet szeroki, bardzo słaby warkocz. W tym momencie „z urzędu” planetoida 2001 OG108 stała się kometą C/2001 OG108 (LONEOS), chociaż w rzeczywistości jest to przykład, jak wątła i umowna jest granica między planetoidami i kometami.

Stosunkowo duża jasność omawianego damoklida sprawiła, że był on dostępny nawet przez większe lornetki. Co więcej, przez dłuższy czas znajdował się na niebie w pobliżu zenitu, przechodząc zaledwie kilka stopni od Gwiazdy Polarnej. Nie był efektowną, jasną kometą, jednak chyba jego nie-

Kometa Ikeya-Zhang sfotografowana 3 kwietnia 2002 r. przez J. Wilanda



Rys. 6

zwykła natura sprawiła, że zainteresowała się nim spora grupa obserwatorów. Niemniej jednak w celu poprawienia statystyki do 86 obserwacji SOK (na wykresach czarne kwadraty) dodano 88 obserwacji sekcji kometarnej BAA⁴ (białe kwadraty) (rys. 6). Przede wszystkim widoczny jest duży rozrzuć ocen jasności sięgający aż 2^m, spowodowany głównie znacznym rozmyciem komety i związaną z tym silną zależnością oceny od warunków obserwacyjnych. Średnie odchylenie standardowe oceny jasności dla tej komety można ocenić na aż 0,8^m (chociaż gdy pod uwagę weźmiemy jedynie obserwacje SOK, wielkość ta wynosi jedynie 0,4^m, co bardzo dobrze świadczy o naszych obserwatorach). Największa jasność równą ok. 9,5^m omawiany obiekt osiągnął ok. 22 marca 2002 r.

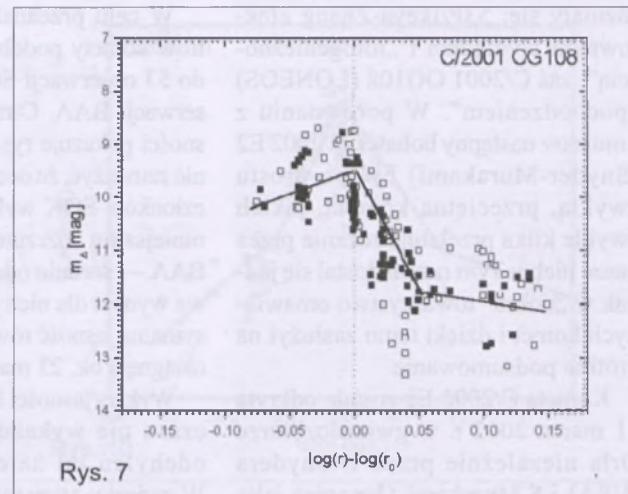
Po zredukowaniu jasności komety do jasności heliocentrycznej (rys. 7) można zauważać, że nie da się opisać całego zbioru danych jedną zależością liniową. Wprawdzie stosunkowo niewielka liczba obserwacji utrudnia analizę, jednak wydaje się, że „żywot” komety C/2001 OG108 można podzielić na trzy okresy:

1. Przed osiągnięciem perihelium, czyli do 15 marca 2002:

$$H_0 = 9,4^m \pm 0,2^m \\ n = 3,2 \pm 2,1$$

Powyższe wartości są typowe dla komety długookresowej i oznaczają stosunkowo małą aktywność, prawdopodobnie charakteru powierzchniowego (brak dyskretnych źródeł materii na powierzchni jądra).

⁴ BAA — British Astronomical Association (Brytyjskie Towarzystwo Astronomiczne).



Rys. 7

2. Od 15 marca do 12 kwietnia 2002:

$$H_0 = 10,2^m \pm 0,1^m \\ n = 15 \pm 2$$

Po przejściu przez perihelium aktywność komety gwałtownie spada (odwrotność „wybuchu”) — kometa szybko „wyłącza się”.

3. Po 12 kwietnia 2002:

$$H_0 = 11,5^m \pm 0,3^m \\ n = 1,5 \pm 1,3$$

Widoczny jest wyraźny spadek albedo oraz ustalenie się bardzo małej aktywności — kometa praktycznie przestało reagować na ciepło płynące ze Słońca. Wydaje się, że po prostu praktycznie cała powierzchniowa materia lotna zniknęła i od Słońca oddala się obecnie obiekt jeszcze bardziej zbliżony do klasycznej planetoidy, niż w chwili odkrycia.

Średnicę jądra 2001 OG108 wyznaczoną na podstawie powyższej wartości można określić na zaledwie 1 km, jednak ta sama średnica określona została innymi metodami na aż 15 km. Może to oznaczać, że w omawianym przypadku źle działają standardowe metody szacowania średnicy jąder kometarnych. Jest to być może związane z wyjątkowo niskim albedo 2001 OG108, prawdopodobnie typowym dla wszystkich damoklidów.

C/2001 OG108 (LONEOS) był obiektem wyjątkowo trudnym do obserwacji. Jasność powierzchniowa pozostała stała w całym okresie obserwacji i wynosiła zaledwie 12^m. Oznacza to, że obserwacja omawianego obiektu w warunkach miejskich (lub np. w świetle Księżyca) była niemożliwa.

Średnica otoczki komety wynosząca początkowo 2' osiągnęła maksymalną wielkość 4' w okresie największej jej zbliżenia do Ziemi w kwietniu 2002, aby potem ponownie spaść do 2'. Rzeczywista średnica otoczki w okresie obserwacyjnym zmalała od 160 tys. do zaledwie 80 tys. km, co jest wielkością niezwykle małą, kilkakrotnie mniejszą niż dla większości obserwowanych komet. Potwierdza to małą „wydajność” komety (niewielką masę emitowanej materii).

Pewnych informacji o emisji materii z jądra może dostarczyć analiza stopnia kondensacji otoczki DC. W tym przypadku wiarygodniejsze od danych BAA są ponownie dane SOK, które wskazują, że wielkość ta zmalała od 4 na początek lutego do zaledwie 1 w połowie maja. Potwierdza to sygnalizowany już spadek aktywności komety. Co więcej, dane SOK wydają się wskazywać na gwałtowne „załamanie” DC na początku kwietnia, co odpowiada opisywanemu „wyłączeniu się” komety w tym okresie i zaprzestania emisji świeżej materii.

Niestety, żaden z członków SOK nie widział warkocza. Inni obserwatorzy donosili o warkoczu długim na 1,8', co odpowiada w przestrzeni zaledwie 150 tys. km. Trudno w takim razie mówić o warkoczu, można go po prostu traktować jak asymetrię otoczki. Jego kąt pozytyjny oraz wygląd świadczą, że był to warkocz gazowy. Emisji pyłu z omawianego obiektu nie stwierdzono.

Jak widać, damoklid C/2001 OG108 (LONEOS) nie był obiektem zbyt efektownym, jednak niezwykle interesującym pod względem poznanowczym. Po raz pierwszy można było dokładnie zbadać przedstawiciela tej klasy obiektów. Co więcej, mogli to uczynić także miłośnicy astronomii.

Opisane powyżej dwie komety wy-

różniały się: 53P/Ikeya-Zhang efektywnym wyglądem i „fotogenicznością”, zaś C/2001 OG108 (LONEOS) „pochodzeniem”. W porównaniu z nimi nasz następny bohater, C/2002 E2 (Snyder-Murakami) był po prostu zwykłą, przeciętną kometą, jakich zwykle kilka przelatuje rocznie przez nasze niebo. Tym razem dostał się jednak w „dobre” towarzystwo omawianych komet i dzięki temu zasłużył na krótkie podsumowanie.

Kometa C/2002 E2 została odkryta 11 marca 2002 r. w gwiazdozbiorze Orła niezależnie przez D.Snydera (USA) i S.Murakami (Japonia) jako rozmyty obiekt o jasności 11^m i średnicy $3'$. Najbliżej Ziemi, w odległości niestety aż 1,367 j.a. kometa znalazła się 8 kwietnia 2002 (czyli z kolei tydzień wcześniej niż omawiana C/2001 OG108).

Ostatecznie wyznaczone elementy orbity komety Snydera-Murakami są następujące:

$$T_0 = 2002 \text{ luty } 21,7743 \text{ TT}$$

$$q = 1,466410 \text{ j.a.}$$

$$e = 1,000487$$

$$\omega = 9,0271^\circ$$

$$\Omega = 244,5801^\circ$$

$$i = 92,5443^\circ$$

(elementy kątowe podane dla epoki 2000.0)

Jak widać, orbita omawianej komety jest hiperbolą, co oznacza, że w tej chwili opuszcza ona Układ Słoneczny na zawsze. Jednak czy był to gość z przestrzeni międzygwiazdowej? Raczej nie. Mimośród niewiele przekraczający 1 oznacza, że jest to efekt zaburzenia pierwotnej bardzo wydłużonej orbity eliptycznej, którą dopiero należało odtworzyć.

W celu przeanalizowania parametrów komety podobnie jak poprzednio do 53 obserwacji SOK dodano 59 obserwacji BAA. Otrzymaną krzywą jasności pokazuje rys. 8. Można ponownie zauważyć, że oceny wykonane przez członków SOK wykazują się znacznie mniejszym rozrzutem niż obserwacje BAA — średnie odchylenie standardowe wynosi dla nich jedynie $0,3^m$. Maksymalną jasność równą ok. 10^m kometa osiągnęła ok. 23 marca 2002.

Wykres jasności heliocentrycznej od czasu nie wykazuje jakichkolwiek odchyleń od zależności liniowej. W związku z tym można opisać krzywą jasności komety przy pomocy jednego zestawu parametrów:

$$H_0 = 6,8^m \pm 0,2^m$$

$$n = 5,4 \pm 0,4$$

Jak widać, jądro komety było dosyć jasne (jego średnicę można ocenić na ok. 9 km) i należy żałować, że nie znalazła się ona bliżej Ziemi. Także wielkość czynnika n wskazuje na stosunkowo dużą „wrażliwość” komety na ciepło płynące ze Słońca. Gdyby kometa Snydera-Murakami znalazła się w odległości od Ziemi zbliżonej do 2001 OG108, świeciłaby na naszym niebie z jasnością 7^m i wzbudziłaby na pewno znacznie większe zainteresowanie obserwatorów. Pomijając jej małą obserwowaną jasność, kometa była trudnym obiektem obserwacyjnym także z powodu niskiej jasności powierzchniowej wynoszącej przez cały okres obserwacyjny zaledwie 12^m . Oznacza to, że podobnie jak w przypadku C/2001 OG108, obserwacja C/2002 E2 w warunkach miejskich była niemożliwa.

W okresie obserwacyjnym zdecydowanie zmieniała się średnica otoczki komety, od $5'$ na początku marca do zaledwie $1'$ w połowie czerwca. Jednocześnie wydaje się, że wewnętrz otoczki można wyróżnić obszar o większej jasności powierzchniowej o średnicy właśnie $1'$. Podobnie zmieniała się rzeczywista średnia otoczki w tym

samym okresie: od 300 tys. km (co jest wielkością typową dla większości komet) do 100 tys. km. Wynika z tego, że w chwili odkrycia kometa otoczona była rozrzedzoną otoczką o średnicy 300 tys. km, następnie zewnętrzne obszary otoczki „ulotniły się” i pozostały jedynie „rdzeń” o średnicy 100 tys. km. O obecności niewielkiego zagęszczenia w otoczce świadczyć może też nie zmieniający się w okresie obserwacyjnym stopień kondensacji DC równy zaledwie 2. Niektórzy obserwatorzy BAA obserwowali także warkocz o długości przestrzennej ok. 300 tys. km, który podobnie jak w przypadku C/2001 OG108 można raczej traktować jako asymetrię gazowej otoczki.

Z powyższej analizy wynika, że C/2002 E2 (Snyder-Murakami) to typowa, mało aktywna kometa. Jej aktywność polega prawdopodobnie na sublimacji materii lotnej z całej powierzchni jądra, a nie jest ona związana z centralnymi aktywnymi na jego powierzchni.

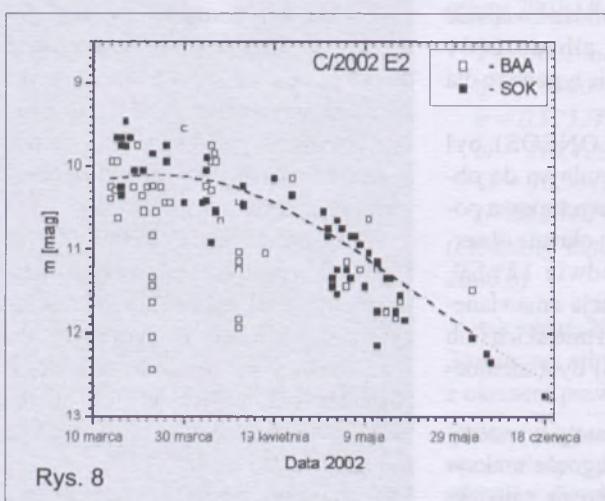
Pora na ostatnią z atrakcji wiosennego nieba, czyli kometę C/2002 F1 (Utsunomiya). Mimo że osiągnęła aż 4^m , była obserwowana przez niewielu. Ale po kolei...

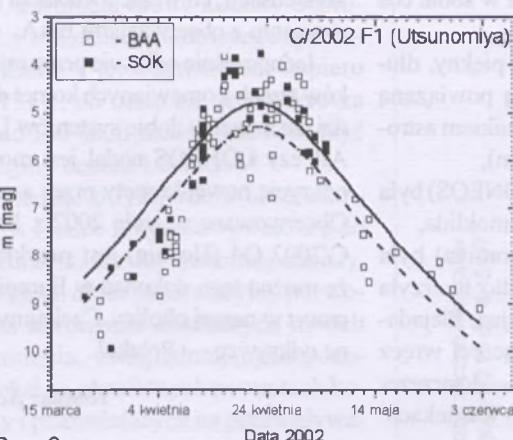
Kometa Utsunomiya została odkryta 18 marca 2002 przez znanego japońskiego miłośnika astronomii i odkrywcy wielu komet, Syogo Utsunomiya, jako rozmyty obiekt o jasności 10^m , obdarzony 1° warkoczem. Spodziewano się, że kometa będzie na tyle jasna, by być widoczna gołym okiem. Jednak dużym utrudnieniem okazało się to, że była widoczna zawsze nisko nad horyzontem: w kwietniu porannym, a na początku maja wieczornym. Nad ranem towarzyszyła omawianej wcześniej komicie 153P/Ikeya-Zhang, natomiast wieczorem tworzyła niezapomniany układ z Plejadami i Merkurem, chociaż wtedy była już niezwykle trudnym do obserwacji obiektem. Już ok. 10 maja jej obserwacja była możliwa jedynie z półkuli południowej.

Najbliżej Ziemi, w odległości niestety aż 1,178 j.a. kometa znalazła się 16 kwietnia 2002 (czyli tydzień po C/2002 E2), zaledwie kilka dni przed osiągnięciem peryhelium, w związku z czym był to okres jej największej jasności.

Ostatecznie wyznaczone elementy orbity komety Utsunomiya są następujące:

$$T_0 = 2002 \text{ kwiecień } 22,8985 \text{ TT}$$





Rys. 9

$$q = 0,438299 \text{ j.a.}$$

$$e = 0,999541$$

$$\omega = 125,9001^\circ$$

$$\Omega = 289,0294^\circ$$

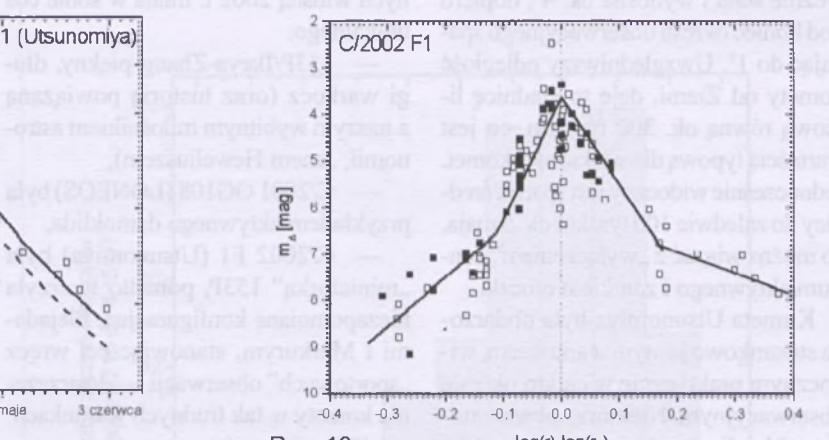
$$i = 80,8767^\circ$$

(elementy kątowe podane dla epoki 2000.0)

Z prezentowanych elementów wynika, że orbita omawianej komety jest silnie wydłużoną elipsą. Kometa okrąża Słońce w okresie 30 tys. lat, oddalaając się od niego na odległość prawie 2000 j.a., tak więc przyleciała do nas zewnętrznych części Obłoku Oorta. W peryhelium natomiast zbliżała się do Słońca na odległość nieco tylko przekraczającą odległość Merkurego.

Niestety, w związku z trudnymi warunkami obserwacyjnymi (obserwacja komety wymagała widzialności „czystego” horyzontu) pomimo dużej jasności napłynęło do SOK stosunkowo niewiele obserwacji. W związku z tym ponownie wykorzystano archiwum BAA i do 42 obserwacji SOK dodano 80 obserwacji naszych brytyjskich kolegów. Otrzymana krzywa jasności pokazuje rys. 9.

Przede wszystkim wyraźnie widać „urwanie się” obserwacji SOK ok. 4 maja. Następujące po tej dacie obserwacje BAA zostały wykonane już na półkuli południowej. Trudne warunki obserwacji komety (widoczna na tle rozjaśnionego światła czy zmierzchem nieba) sprawiły, że obserwacje odznaczają się wyjątkowo dużym rozrzutem — średnie odchylenie standardowe wynosi dla nich aż 1,3^m. Maksymalną jasność równą ok. 4,5^m kometa osiągnęła 22 kwietnia 2002. Była to dokładnie jasność komety Ikeya-Zhang w tym dniu, co oznacza, że można było wtedy na porannym niebie oglądać dwie kome-



Rys. 10

ty o tej samej jasności. Jednak o ile Ikeya-Zhang jaśniała na wysokości aż 50° nad horyzontem, o tyle Utsunomiya wznosiła się zaledwie 3° nad horyzontem, co oznaczało, że wyglądała jak obiekt 8^m (ekstynkcja atmosferyczna na tej wysokości wynosi ok. 4^m), a jej obserwacja była niezwykle trudna.

Widoczne jest także, że rzeczywista jasność komety była nieco wyższa od przewidywanej. Niewielka liczba obserwacji utrudnia analizę, jednak do wykresu jasności heliocentrycznej (rys. 10) można dopasować cztery odcinki prostoliniowe o następujących parametrach:

1. Przed 8 kwietnia 2002:

$$H_0 = 8,9^m \pm 0,3^m$$

$$n = 3,5 \pm 0,7$$

Powyższe wartości są typowe dla komety długookresowej i oznaczają stosunkowo małą aktywność, prawdopodobnie charakteru powierzchniowego (brak dyskretnych źródeł materii na powierzchni jądra).

2. Od 8 kwietnia do 22 kwietnia (peryhelium) i od 22 kwietnia do 11 maja 2002:

$$H_0 = 10,1^m \pm 0,8^m$$

$$n = 7 \pm 1$$

Prawdopodobnie na powierzchni jądra pojawiła się centrum aktywne, które następnie po minieciu peryhelium stopniowo przygasza.

3. Po 11 maja 2002:

$$H_0 = 7,5^m \pm 0,3^m$$

$$n = 1,3 \pm 1,0$$

Widoczny jest lekki wzrost albedo oraz ustalenie się bardzo małej aktywności — kometa praktycznie przestaje reagować na ciepło płynące ze Słońca (podobnie jak omawiana wcześniej 2001 OG108). Wydaje się, że aktywność centrum ustała, a praktycznie cała

powierzchniowa materia lotna zniknęła. Pamiętajmy jednak, że ten odcinek krzywej jasności jest wyjątkowo słabo „obsadzony” obserwacjami i wszelkie wnioski mogą być zbyt pochopne.

Na podstawie powyższych parametrów można sądzić, że jądro komety ma średnicę zaledwie ok. 3 km. Duża jasność komety (pomimo znacznej odległości od Ziemi) związana była jedynie z jej dużym zbliżeniem do Słońca.

Jak już wspomniano, o możliwości obserwacji komety na tle nieba decyduje jej jasność powierzchniowa. W przypadku komety Utsunomiya początkowo wynosiła ona zaledwie 11^m□, co oznacza, że kometę można było obserwować jedynie na ciemnym tle nieba poza miastem (rzeczywiście, w tym okresie wznosiła się ona jeszcze wystarczająco wysoko nad horyzontem), jednak w okresie maksimum jasności było to już ok. 6^m□, czyli była możliwa jej obserwacja na rozjaśnionym porannym lub wieczornym niebie.

Podobnie stopień kondensacji DC zmieniał się od zaledwie 3 w marcu do aż 8 w połowie kwietnia 2002 (przypomnijmy, że wartość 9 oznacza wygląd całkowicie gwiazdopodobny). Oznacza to, że w maksymum jasności było widać właściwie jedynie gwiazdopodobne jądro obdarzone słabą otoczką. Ułatwiało to znacznie obserwacje, jednak w przypadku niedostrzeżenia głowy czy war-kocza utrudniało identyfikację komety wśród gwiazd. Wydaje się, że szybszy wzrost DC nastąpił ok. 5 kwietnia, co można wiązać z hipotetycznym uaktywnieniem się centrum aktywnego na powierzchni jądra mało aktywnej komety zbliżającej się do peryhelium.

Srednica głowy komety C/2002 F1 w okresie obserwacyjnym była prak-

tycznie stała i wynosiła ok. 4°, dopiero pod koniec okresu obserwacyjnego spadając do 1°. Uwzględnawszy odległość komety od Ziemi, daje to średnicę liniową równą ok. 300 tys. km, co jest wartością typową dla większości komet. Jednocześnie widoczny jest spadek średnicy do zaledwie 100 tys. km ok. 5 maja, co można wiązać z „wyłączeniem” centrum aktywnego i zanikiem otoczkii.

Kometa Utsunomiya była obdarzona stosunkowo jasnym warkoczem, widocznym praktycznie w całym okresie obserwacyjnym. Niektórzy obserwatorzy widzieli nawet jego obydwie składowe: gazową i pyłową. Największą długość równą ok. 1,5° warkocz osiągnął w pobliżu peryhelium komety. Długość ta daje w przestrzeni prawie 6 mln km. Na podstawie analizy kąta pozycyjnego PA oraz opisów obserwowanego warkocza można sądzić, że była widziana głównie składowa gazowa, chociaż niektórzy obserwatorzy widzieli również pyłową (obydwie składowe widoczne są na zdjęciach).

Podsumowując, można stwierdzić, że kometa C/2002 F1 (Utsunomiya) była przeciętną kometą o małym jądrze i niskiej aktywności, która tylko dlatego stała się jasna, że znalazła się blisko Słońca, co pozwoliło na jej krótkie uaktywnienie.

Prawie każda z komet obserwowa-

nych wiosną 2002 r. miała w sobie coś unikalnego:

— 153P/Ikeya-Zhang piękny, długi warkocz (oraz historię powiązaną z naszym wybitnym miłośnikiem astronomii, Janem Heweliuszem),

— C/2001 OG108 (LONEOS) była przykładem aktywnego damoklida,

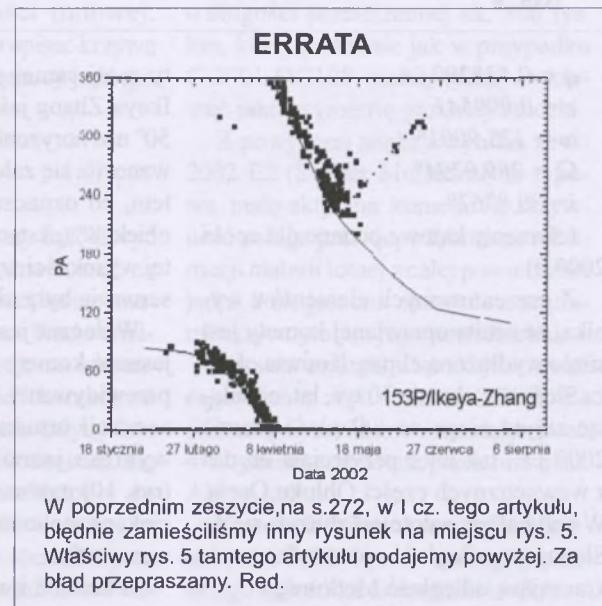
— C/2002 F1 (Utsunomiya) była „miniaturką” 153P, ponadto tworzyła niezapomniane konfiguracje z Plejadami i Merkurym, stanowiąc cel wręcz „sportowych” obserwacji — dostrzeżenia komety w tak trudnych warunkach.

„Kometarna wiosna 2002” pozwoliła wielu obserwatorom zweryfikować stosowane metody ocen parametrów obserwacyjnych (głównie jasności) dla komet o różnym wyglądzie, co w efekcie niewątpliwie wpłynęło na poprawienie własnego warsztatu obserwacyjnego. W porównaniu z poprzednio obserwowanymi w SOK kometami jest widoczna znaczna poprawa jakości oceny jasności czy stopnia

kondensacji, co widać zwłaszcza w porównaniu z obserwacjami BAA.

Jednocześnie odkrycie przez miłośników trzech z omawianych komet dowodzi, że nawet w dobie systemów LINEAR czy LONEOS nadal jest możliwe odkrycie nowej komety przez amatora. Obserwowana w lecie 2002 r. kometa C/2002 O4 (Hoenig) jest przykładem, że można tego dokonać w Europie i to nawet w naszej okolicy. Czekajmy więc na odkrywcę — Polaka!

Tomasz Ścieżor



W poprzednim zeszycie, na s.272, w I cz. tego artykułu, błędnie zamieściliśmy inny rysunek na miejscu rys. 5. Właściwy rys. 5 tamtego artykułu podajemy powyżej. Za błąd przepraszamy. Red.

Ostatnie Leonidy...

Spośród wielu corocznie obserwowanych strumieni meteorów jednym z najaktywniejszych są listopadowe Leonidy. Strumień ten związany jest genetycznie z obserwowaną od 1366 r. kometą okresową 55P/Tempel-Tuttle, krążącą wokół Słońca z okresem 33 lat a ostatnio obserwowaną w 1998 r. Kometa przy każdym powrocie do Słońca pozostawia nieco materiału wzdłuż swojej orbity. Gdy Ziemia w swoim ruchu orbitalnym przecina orbitę komety 55P, zderza się z takimi fragmentami, co obserwujemy jako meteory nadlatujące z kierunku gwiazdozbioru Lwa — stąd nazwa Leonidy. Materia pozostawiona na orbicie komety jest wzdłuż niej w miarę równomiernie rozproszona, jednak w pobliżu samej komety pozostają zagęszczenia pył-

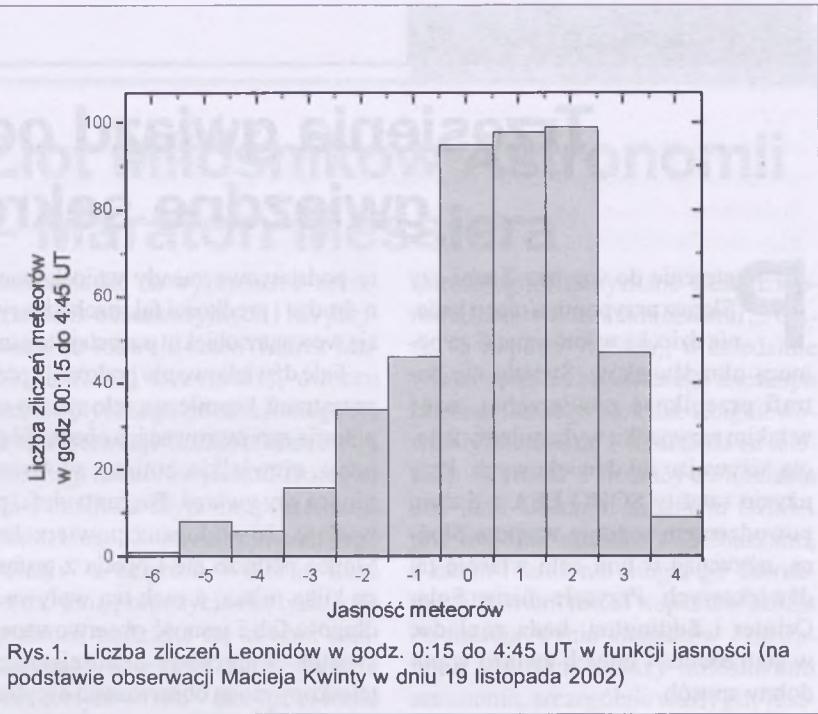
wych i lodowych cząstek „zgubionych” przy niedawnych jej powrotnach w okolice Słońca, które jeszcze nie zdążyły się rozproszyć. Gdy Ziemia w swoim ruchu orbitalnym napotka takie właśnie zagęszczenie, można oczekiwać deszczu meteorów. Oczywiście okres obiegu wokół Słońca opisanych zagęszczeń jest równy okresowi obiegu samej komety, czyli ok. 33 lata. Ziemia orbitę komety 55P przecina w połowie listopada, co oznacza, że właśnie w tym okresie przez kilka lat następujących po kolejnym powrocie komety w pobliżu Słońca istnieje szansa zaobserwowania tego niezwykłego zjawiska niebieskiego. W XX w. deszcze takie obserwowały w 1901 r. (po powrocie komety w 1899 r.), 1934 r. (po powrocie w 1932 r.) oraz najobfitszy w 1966 r. (po powrocie w 1965 r.).

W związku z powrotem komety 55P w 1998 r. od kilku lat obserwowało wzmożoną aktywność roju, jednak zwykle przewidywane maksima występowały wtedy, gdy radiant nie był widoczny z terenu Polski bądź też nie dopisywała listopadowa aura. W 2002 r. mieliśmy pierwszą i jednocześnie ostatnią w XXI w. szansę zobaczenia deszczu Leonidów. Otóż w swoim ruchu orbitalnym w sierpniu 2029 r. kometa Tempel-Tuttle wraz z towarzyszącymi jej zagęszczeniami materii przejdą w odległości zaledwie 1,5 j.a. od Jowisza, co spowoduje zmianę orbity komety, odsuwającą ją od orbity ziemskiej. Oznacza to, że w 2031 r. Ziemia nie spotka się ze świeżą materią kometarną rozmieszczoną wzdłuż orbity 55P i nie należy spodziewać się żadnej wzmożonej aktywności Leonidi-

dów. Ewolucja orbity komety doprowadzi w końcu do ponownego spotkania Ziemi z jej fragmentami dopiero w 2131 r., co oznacza, że dopiero za ponad 100 lat można będzie zobaczyć następny deszcz Leonidów!

Wiedząc o tym, wielu obserwatorów w Polsce przygotowywało się do wykorzystania tej ostatniej szansy. Kilkuletni okres obserwacyjny pozwolił na stworzenie dokładnych modeli strumienia, uwzględniających pozostałości po określonych powrotnach komety i pozwalających na przewidywanie wystąpienia deszczu meteorów z dokładnością do kilku minut! Najlepsze obecnie modele Leonidów są autorstwa zespołów Lyytinena/Van Flanderna oraz Ashera/McNaughta. Zgodnie z nimi w 2002 r. Ziemia miała przejść przez fragmenty pozostawione przez kometę w 1767 r. oraz w 1866 r. O ile maksimum związane z 1866 r. wypadało 19 listopada o 10:40 UT, czyli w Polsce obserowane być nie mogło, o tyle maksimum związane z powrotem w 1767 r. przewidziane było na ten sam dzień o 4:03 UT, czyli w godzinach porannych w Polsce. Wprawdzie w obserwacjach miał przeszkadzać zachodzący Księżyc tuż po pełni, jednak opisane modele dla maksimum porannego przewidywały dużą ilość bolidów, co pozwalało mieć nadzieję, że nie będzie zbytnio przeszkadzał w ich obserwacjach. Przeszkodzić mogła jedynie pogoda...

Prognozy pogody na noc 18/19 listopada nie nastrażyły optymistycznie. Na zdjęciach satelitarnych cała Polska skrywała się w chmurach. Jednak od strony Słowacji nasuwał się nad południową Małopolską obszar pogodnego nieba i pojawiła się szansa, że pozwoli to na obserwacje zjawiska z tamtego obszaru. W Krakowie i okolicach panowała niepodzielnie gęsta mgła (jak się później okazało, przeszkodziła ona w obserwacji Leonidów w wielu rejonach Europy), jednak wiadomo było, że już na wysokości kilkuset m n.p.m. widzialność jest bardzo dobra. Miłośnicy astronomii pragnący zaobserwować przewidywany deszcz Leonidów zgromadzili się już wieczorem w poniedziałek 18 listopada w schronisku PTTK „Kudłacz” w Beskidzie Wyspowym, miejscu dorocznych Obozów Obserwacyjnych PTMA. Około godziny trzeciej



Rys. 1. Liczba zliczeń Leonidów w godz. 0:15 do 4:45 UT w funkcji jasności (na podstawie obserwacji Macieja Kwinty w dniu 19 listopada 2002)

w nocy na polanie poniżej schroniska zgromadziło się już kilkudziesięciu wpatrzonych w niebo obserwatorów. Początkowo warunki były znakomite i na wygwieźdzonym niebie śmigały meteory, niekiedy o jasności ponad 0^m. Oszacowaliśmy, że średnio co 3 minuty widoczny był przelot jasnego meteoru. Już jednak ok. godziny 3:30 CSE od północy zaczęły nadchodzić chmury, które w kilka minut szczerle zasnuły całe niebo, jedynie na południu, od strony Lubonia Wielkiego, widoczne było przez cały czas czyste niebo. W związku z tym grupka w składzie Marcin Filipek, niżej podpisany Tomasz Ścieżor oraz Ryszard Zalecki podjęła decyzję o przejechaniu kilkunastu kilometrów dalej na południe, właśnie na zbocza Lubonia Wielkiego. Po przyjechaniu na miejsce o godzinie 4:40 stwierdziliśmy, że decyzja była słuszna. Praktycznie całe niebo było czyste, jedynie na północy kłębiły się chmury, przed którymi uciekliśmy, a zachodzący Księżyc skrył się za bliskim wzgórzem. Na niebie było już widać coraz częstsze meteory, w liczbie ok. jednego na minutę. Były ich coraz więcej, często pojawiały się po 2, 3 a nawet 5 jednocześnie, a około godziny 5 wystąpiły wyraźne dwa maksima (jedno o 4:57, drugie o 5:03), w czasie których szacowaliśmy aktywność na 5 meteorów na sekundę! Łącznie w czasie prawie godziny obserwacji (od 4:45 do 5:30) widzieliśmy

ponad 200 meteorów, z czego dwa bardzo jasne, o jasności ok. -5^m. Wiele meteorów pozostało rozwiewające się na niebie ślady, z których najtrwalsze można było obserwować przez kilka minut. Gdy odjeżdżaliśmy o godz. 5:40, żegnały nas nadal pojedyncze meteory w tempie około jednego na minutę, w tym piękny, jasny bolid mijający wschodząca nad horyzontem Wenus.

Jak się potem dowiedzieliśmy, grupa pozostała na Kudłaczach także widziała całe widowisko, jedynie co kilka minut niebo zasnuwały chmury, które potem ustępowały. O ile nasza grupka po prostu podziwiała zjawisko i wykonywała fotografie, o tyle w grupie pozostałej na Kudłaczach kilka osób prowadziło profesjonalne zliczenia obserwowanych meteorów. Na podstawie zliczeń dokonanych przez Macieja Kwintę można stwierdzić, że w godzinach od 1:15 do 5:55 CSE obserwowane były 483 meteory o jasnościach od -6^m do +4^m (w obserwacji słabszych przeszkadzał rozświetlający niebo Księżyc). Jak widać z wykresu przedstawionego na rys. 1 zdecydowanie przeważały meteory o jasnościach 0^m–2^m. Meteory zliczane były początkowo w odstępach 5-minutowych, a potem w 2-minutowych. Zbiorczy wykres przedstawiający natężenie meteorów przedstawiony jest na rys. 2. Wyraźnie widoczne jest, że przejście

Dokończenie na s. 45.

Trzęsienia gwiazd odsłaniają gwiazdne sekrety

Patrzenie do wnętrza Ziemi czy Słońca przypomina nieco badanie dziecka w łonie matki za pomocą ultradźwięków. Światło nie potrafi przeniknąć powierzchni, więc w takim przypadku wykonujemy zdjęcia, używając fal dźwiękowych. Przy użyciu satelity SOHO ESA z dużym powodzeniem sonduje wnętrze Słońca, używając w tym celu właśnie fal dźwiękowych. Przyszłe misje, Solar Orbiter i Eddington, będą zaglądać w głęb Słońca i innych gwiazd w podobny sposób.

Gdy na Ziemi naukowcy zaczęli rejestrować niewielkie wstrząsy pochodzące z trzęsień ziemi nawet na odległych kontynentach, rozpoczęto szacować drogi i zmiany prędkości fal przechodzących przez jej wnętrze. To ujawniło istnienie płynnego jądra naszej planety. Dziś w poszukiwaniu ropy rutynowo narusza się ziemię, aby wywołać sejsmiczne echo z głębiej położonych warstw. Naukowcy łączą nagrania trzęsień pochodzących z różnych sejsmografów ustawionych w różnych miejscach, aby odtworzyć trójwymiarowy obraz skał znajdujących się głęboko pod ziemią.



Różne typy gwiazd tworzą różne rodzaje fal dźwiękowych, dokładnie tak jak różne instrumenty muzyczne

Sejsmologia bada fale sejsmiczne powstające na skutek trzęsień ziemi. Badania słonecznych fal dźwiękowych nazywano heliosejsmologią — od greckiego słowa helios — Słońce. Satelita Eddington, badając gwiazdy, będzie zajmować się astrosejsmologią. Choć Słońce i gwiazdy składają się raczej z bardzo gorącego gazu niż ze skał,

to podstawowe zasady wnioskowania o drodze i prędkości fal rozchodzących się wewnątrz obiektu pozostają te same.

Fale dźwiękowe nie podróżują przez przestrzeń kosmiczną, ale naukowcy potrafią zarejestrować ich obecność poprzez niewielkie zmiany w świetle Słońca czy gwiazd. Pogłos tych fal powoduje, że widoczna powierzchnia Słońca podnosi się i opada z grubsa co kilka minut, a ruch ten wpływa na długość fali i jasność obserwowanego światła. Najprostsze heliosejsmiczne teleskopy mogą obserwować oscylacje całego Słońca. Wykrywają one raczej wyraźnie określone „nuty”, ale nie całe akordy muzyczne. Z tych informacji naukowcy z niebywałą precyzją potrafią wnioskować o wewnętrznych warstwach Słońca aż do bardzo rozgrzanego jądra.

Przyrząd MDI na pokładzie satelity SOHO rejestruje fale w milionie punktów na powierzchni Słońca. Wykrył on rozległe strumienie gorącego gazu krążące niewidocznie pod powierzchnią gwiazdy. Najbardziej niezwykłe jest to, że MDI potrafi patrzeć wprost przez Słońce, aby obserwować odległe, niespokojne obszary formowania plam słonecznych po jego niewidocznej stronie, które ukazują się nam, gdy Słońce obróci się dokoła swojej osi.

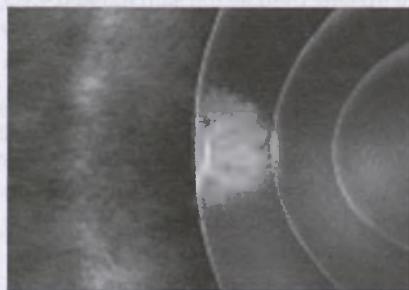
Gdy następna generacja słonecznych satelitów będzie w stanie precyzyjniej wybierać obserwowaną część Słońca, heliosejsmologowie są pewni sensacyjnych odkryć. Celem satelity Solar Orbiter (ESA), który wystartuje w 2012 r., są obszary okołobiegunkowe. Naukowcy mają nadzieję wykryć strumienie



Satelita SOHO na tle Słońca

gazu pod powierzchnią blisko bieguna; mogą one mieć silny wpływ na słoneczne pole magnetyczne i wpływać na jego zaburzenia.

Dla astronomów Słońce jest typową gwiazdą „w średnim wieku” widzianą w zblżeniu. Wszystkie inne gwiazdy są tak odległe, iż astrosejsmologowie mogą obserwować jedynie oscylacje całej gwiazdy. Jednak tak jak w przypadku Słońca obserwacje te mogą dostarczyć informacji dotychczas niedostępnych o wewnętrznej strukturze gwiazd. Większość wiedzy o strukturze i ewolucji Wszechświata uzależniona jest od tego, jak dobrze rozumiemy funkcjonowanie olbrzymich kosmicznych fabryk, którymi są gwiazdy. Poznanie ich wieku jest ważną częścią tych badań.



Potężne błyski uchwycone przez satelitę SOHO

Należący do ESA statek kosmiczny Eddington, który wystartuje w 2008 r., zbada 50 000 gwiazd od najmniejszych do największych i od najstarszych do najmłodszych. Nie będzie on pierwszym takim satelitą, ale zbada obiekty z niespotykaną dotąd dokładnością. Do tej pory o gwiazdzie, która miała 100 mln lat, można było powiedzieć, że ma między 80 a 120 mln lat. Dzięki Eddingtonowi będzie można sprecyzować jej wiek na np. 104 mln lat.

Fale dźwiękowe ze Słońca i gwiazd są „grane” dużo niżej niż to, co człowiek jest w stanie usłyszeć, ale łatwo je przekształcić do częstości uchwytnych dla ucha. Na stronach internetowych <http://soi.stanford.edu/results/sounds.html> posłuchać można „Muzyki Słońca”.

oprac. K.Zawada

Ogólnopolski Zlot Miłośników Astronomii

2002 — Maraton Messiera

Już po raz szósty miłośnicy astronomii spotkali się na Ogólnopolskim Zlocie Miłośników Astronomii. Miejscem spotkania stało się gospodarstwo agroturystyczne Państwa Katafiaszów w Królikowie niedaleko Szubina. Dobór terminu zlotu, 8–11 sierpnia, nie był przypadkowy. OZMA zawsze odbywa się w okolicach nowiu, aby stworzyć warunki do obserwacji. Do tej pory organizatorami poszczególnych zlotów były kluby astronomiczne, których siedziby i teren działania znajdowały się najbliżej miejsca spotkania. Tym razem organizatorem było nowo powstałe Pałucko-Pomorskie Stowarzyszenie Astronomiczno-Ekologiczne, grupujące kluby województwa kujawsko-pomorskiego. Doświadczanie poprzednich zlotów organizowanych przez bydgoski Klub Astronomiczny „Antares”, Szkolny Klub Astronomiczny „Milky Way” i Szubiński Klub Przyjaciół Astronomii „SZKAPA” zaowocowały doskonałym przygotowaniem logistycznym. Teren, na którym odbył się OZMA, mógł zdąwić nawet największego malkontenta. Trzy stawy, niewielki zagajnik, możliwość łowienia ryb, kąpiel, sklepiek, boisko do gier sportowych, krag ogniskowy, stołówka z wyposażeniem audiowizualnym oraz place z odkrytym horyzontem do obserwacji. Hasło tegorocznego zlotu to Katalog Messiera. Wiadomo zatem, co będzie tematem wiodącym. Dr Marek Muciek z Kołobrzegu przygotował dla wszystkich chętnych obserwatorów „Maraton Messiera”, czyli wykaz obiektów do „odkrycia” w czasie kolejnych obserwacji. Także uczestnicy stanęli na wysokości zadania, przywożąc ze sobą mapki okolic obiektów mgławicowych, gromad i galaktyk. Obserwacje poprzedziła prelekcja dotycząca zasad i technik obserwacji. Część obserwatorów starała się uchwycić satelity „Iridium” i Międzynarodową Stację Kosmiczną (ISS). Inni „polowali” na porannym niebie na planety, a jeszcze inni na kometę C/2002 O4 Hoenig. Obok obserwacji uczestnicy mieli możliwość do-

kształcenia się na wykładach z zakresem: technik obserwacyjnych i ich przydatności w rozwoju nauki (Marek Muciek, Maciej Grzemski), doboru sprzętu optycznego do określonego rodzaju obserwacji (Leszek Marcinek), obserwacji meteorów (Kamil Złotkowski). Ponadto odbyła się prezentacja Beskidzkiego Klubu Astronomicznego „Polaris” z Sopotni Wielkiej koło Żywiec. Inną propozycją dla tych, którzy chcieli podzielić się swoimi osiągnięciami z dziedziny astrofotografii, było „slajdowisko” przygotowane przez Wiesława Skórzyńskiego z oddającą „klimat” kosmosu muzyką J.M. Jarre'a i Vangelisa. Stałym elementem OZMA są wystawy fotografii astronomicznej i tym razem nie zabrakło chętnych do zaprezentowania swoich prac. Jest to doskonała okazja do wymiany doświadczeń, podpatrzenia technik i używanego do fotografowania sprzętu. O tym, że miłośnicy nie pozostają w tyle za nowinkami współczesnej techniki, można było przekonać się właśnie na tej wystawie; obok kamer CCD pojawił się nowy sposób na rejestrację jasnych obiektów w postaci elektronicznej — kamera internetowa. Także prezentacja sprzętu obserwacyjnego stanowiła pole do dyskusji o sposobach i możliwościach jego wykorzystania. Niewątpliwą atrakcją dla miłośników astronomii była prezentacja najnowszego dzieła firmy „Astrokran” w postaci teleskopu o półmetrowej średnicy zwierciadła, a także okularów, lunetek, filtrów i obiektywów fotograficznych. Odbyła się też giełda sprzętu obserwacyjnego, akcesoriów, książek i wydawnictw. Niezawodnie na zlot przybył Pan Mirosław Brzozowski z Prywatnego Wydawnictwa Naukowego „Vega”, oferując obok „Vademecum miłośnika astronomii” całą gamę książek, pomocy naukowych i innych drobiazgów przydatnych w warsztacie pracy astronoma amatora. Tradycyjnie przyznano nagrody Grand OZ tym, którzy wyróżnili się w różnych dziedzinach astronomii amatorskiej. Grand OZ w dziedzinie

astrofotografii przyznano Beskidzkiemu Klubowi Astronomicznemu „Polaris” z Sopotni Wielkiej, w dziedzinie własnoręcznie zbudowanego teleskopu astronomicznego Koledze Zbigniewowi Bryłowskemu z Koszalina za teleskop Newtona o średnicy zwierciadła 350 mm. Ostatnim akcentem OZMA jest wspólne ognisko z kiełbaskami, a zatem i teraz nie mogło go zabraknąć, albowiem jest to wspaniała okazja do nawiązywania kontaktów i utrwalania przyjaźni między miłośnikami astronomii, szczególnie wtedy gdy jeszcze rozbrzmiewa blues grany już od lat przez Jurka Rafalskiego i Romka Graula. Podsumowując całą imprezę, trzeba stwierdzić, że był to sukces zarówno pod względem usytuowania zlotu, programu, udziału, jak i przygotowania uczestników. Liczba miejsc była ograniczona rozmiarami pola, które mogli zająć zlotowicze, mimo to zjawili się na imprezie około 130 uczestników. Zlot przebiegł w niezwykle sympatycznej atmosferze, bez zakłóceń i poślizgów programowych. Z rozmów z ożmowcami tuż po oficjalnym zakończeniu można było wywnioskować, że impreza spełniła ich oczekiwania, zarówno w sferze edukacyjnej, zakupów sprzętu, akcesoriów i wydawnictw, jak i wymiany doświadczeń oraz kontaktów między miłośnikami. Szczególnie należy pogratulować Państwu Lidii i Romualdowi Graul za całokształt pracy, jaki włożyli w organizację VI OZMA. Pomyślem na przyszłość, jaki narodził się na tegorocznym zlocie, było zorganizowanie podobnej imprezy o jeszcze większym zasięgu, czyli Europejskiego Zlotu Miłośników Astronomii, a także zlotu edukacyjnego dla nauczycieli przyrody, geografii czy fizyki, ponieważ istnieje takie zapotrzebowanie wśród pedagogów w naszym kraju. Czy dojdzie do realizacji tych pomysłów, czas pokaże, natomiast kontynuowanie zlotów dla polskich miłośników astronomii jest jak najbardziej zasadne. Czekamy więc na Ogólnopolski Zlot Miłośników Astronomii 2003.

Maciej Grzemski

Planetarium im. Ary'ego Sternfelda

Lódzkie Planetarium i Obserwatorium Astronomiczne działa 18 lat. 4 października 2002 r. odbyła się uroczystość nadania mu imienia Ary'ego Sternfelda, pioniera astronauptyki, który w latach 1932-1933 wykonywał w Łodzi obliczenia orbit satelitów. Urodził się w Sieradzu, lecz dzieciństwo i wczesną młodość spędził właśnie w Łodzi.

Uroczystość zainaugurowała seminarium upamiętniające również 45 rocznicę lotu pierwszego satelity na orbitę okołoziemską. W auli Fizyki Uniwersytetu Łódzkiego wykłady wygłosili: prof. dr hab. Andrzej Woszczyk nt. „Astronomia na początku XXI wieku”, dr Henryk Brancewicz „Astronomia a badania kosmiczne”, dr hab. Wiesław Tkaczyk „Satelitarne obserwatorium promienowania GAMMA” i Mirosław Zbigniew Wojalski „Ary Sternfeld pionierem kosmonautyki”. Przysłuchiwieli się im zarówno miłośnicy astronomii, jak i uczniowie łódzkich szkół. W obu przypadkach wykłady wzbudziły żywe zainteresowanie i entuzjazm.



Następnie zaproszeni goście udali się do planetarium na uroczyste odsłonięcie tablicy informacyjnej z imieniem patrona. Dokonali tego Wiceprezydent Miasta Łodzi Sylwester Pawłowski oraz córka siostrzenicy Ary'ego Sternfelda, Beata Mellouil.

Dyrektor planetarium, Mieczysław Borkowski, oprowadził gości po placówce, opowiedział o prowadzonych w niej zajęciach, pokazał niebo w planetarium i zaprosił wszystkich na słodki poczęstunek.

Kamila Glinkowska

IV Konferencja Sekcji Obserwatorów Komet PTMA

Wdniach 25—27 października 2002 r. w Krakowie, w siedzibie Zarządu Głównego Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii odbyła się IV Konferencja Sekcji Obserwatorów Komet PTMA (SOK PTMA) pt. „Struktura i ewolucja komet i innych drobnych ciał Układu Słonecznego”. Uczestniczyło w niej kilkudziesięciu gości z kraju i zagranicy.

Rozpoczęcie konferencji nastąpiło w piątek 25 października o godzinie 16. Konferencję otworzył Prezes PTMA dr Henryk Brancewicz, witając wszystkich przybyłych. Po przedstawieniu planu konferencji przystąpiono do prezentacji fotografii komet, wykonanych przez członków SOK. Szczególny podziw wzbudziły ręcznie prowadzone zdjęcia komet wykonane przez obserwa-

torów z Lublina. Przygotowane plakaty ozdabiały salę konferencyjną przez cały czas trwania konferencji.

W sobotę o godzinie 10:00 wszystkich zebranych przywitał Prezes PTMA, dr Henryk Brancewicz, wyrażając zadowolenie z jej ponownego zorganizowania i licznie zgromadzonych uczestników. Prezes zwrócił uwagę, że jest to pierwsza konferencja SOK, na której z przyczyn zdrowotnych zabrakło wybitnego znawcy problematyki kometarnej, dra Krzysztofa Ziołkowskiego. Telefonicznie złożono nieobecнемu prelegentowi życzenia szybkiego powrotu do zdrowia oraz wyrażono nadzieję spotkania na kolejnej, V Konferencji SOK planowanej na 2003 r.

Część naukową rozpoczęł referat dra Macieja Winiarskiego (Obserwatorium Astronomiczne UJ, Kraków) pt. „Fo-

tometria komet”. Prelegent szczegółowo opisał metodologię profesjonalnych pomiarów jasności komet, szczególną uwagę zwracając na pojawiające się problemy. Referat wykazał znaczenie miłośniczych ocen wizualnych, uzupełniających niejednokrotnie pomiary profesjonalne, a niekiedy nawet umożliwiających ich weryfikację.

Kolejnym prelegentem był mgr Paweł Kankiewicz (Obserwatorium Astronomiczne UAM, Poznań), którego referat pt. „Ewolucja orbit małych ciał Układu Słonecznego” poruszał problem ewolucji orbit komet, planetoid i meteoroidów zwłaszcza w aspekcie ich potencjalnego zderzenia z Ziemią. Omówiono także ewolucję obiektów z Pasa Kuipera. Prelegent dokonał genetycznego powiązania orbit wszystkich opisywanych obiektów. Zwrócił także

szczególną uwagę na problem błędów w wyznaczaniu orbit.

Po krótkiej przerwie dr Tomasz Ścieżor (Politechnika Krakowska, Kraków) w referacie pt. „Damoklidy” opisał niewielką, aczkolwiek niezwykle interesującą grupę obiektów, stanowiącą „brakujące ognisko” łączące obiekty z Pasem Kuipera i tzw. centaurów z kometami. Wydaje się, że wszystkie małe ciała w Układzie Słonecznym stanowią jedną grupę, a ich klasyfikacja jako kometa, planetoida, obiekt z Pasem Kuipera itp. zależy jedynie od zawartości pierwiastków lotnych i odległości od Słońca. Prelegent przedstawił wyniki przeprowadzonych w SOK PTMA obserwacji damoklida P/2001 OG108.

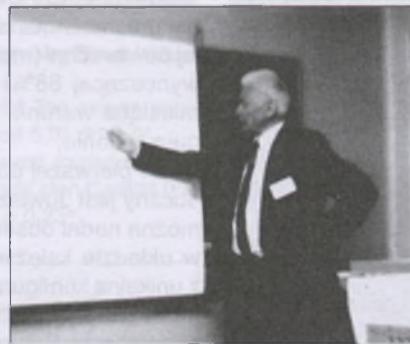
W kolejnej prelekcji pt. „Pluton, Quaoar, Charon, Ixion, Varuna — planetoidy czy komety?” mgr Marek Kubala (Politechnika Krakowska, Kraków) dokonał przeglądu zewnętrznych obszarów Układu Słonecznego z uwzględnieniem najnowszych odkryć. Zgodnie z nimi albo należałyby „zdegradować” Plutona z pozycji planety do planetoidy, albo poszerzyć listę planet w Układzie Słonecznym o kilka nowo odkrytych obiektów. Nawiązując do poprzedniego referatu, można też stwierdzić, że wszystkie ciała okrążające Słońce należą do tej samej klasy obiektów, a ich szczegółowa klasyfikacja zależy (oprócz parametrów wymienionych powyżej) od masy. W konkluzji prelegent stwierdził, że podział na planety i planetoidy może okazać się sztuczny, a jakakolwiek granica planeta—planetoida będzie zawsze granicą umowną.

W dyskusji, która rozgorzała po wymienionych trzech referatach, zgodzono się z tym, że charakter obiektów w Układzie Słonecznym jest funkcją ich masy, zawartości substancji lotnych i odległości od Słońca. Komety są przykładem niewielkich ciał o dużej zawartości substancji lotnych zbliżających się do Słońca.

Po przerwie obiadowej o godz. 16 rozpoczęła się sesja popołudniowa. Na wstępie dr Henryk Brancewicz przywitał światowej sławy badacza orbit kometarnych, prof. dr hab. Grzegorza Sitarskiego (Centrum Badań Kosmicznych, Warszawa) przybyłego specjalnie na konferencję. Wygłosił on refe-

rat pt. „Polskie badania ruchów komet i planetoid”. Na szerokim tle historycznym prelegent przedstawił polski wkład do analizy orbit kometarnych. Opisał swój naukowy życiorys, zwracając uwagę na to, jak prostymi środkami można dojść do znaczących wyników. Zwrócił uwagę na znaczenie niedocenianego często rachunku krawianowego w uproszczeniu obliczeń orbitalnych, nawet w dobie zastosowań komputerów. Oddzielnym zagadnieniem jest problem tzw. efektów niegravitacyjnych w ruchu komet, który znacznie utrudnia przewidywanie położenia komety na orbicie. Prelegent przedstawił możliwość modelowania tych efektów nawet dla komet jednopojawieniowych.

W dyskusji poruszczone problem dokładności obliczeń położenia komety na orbicie, zwłaszcza w aspekcie potencjalnego zderzenia z Ziemią.



Prof. dr hab. Grzegorz Sitarski w czasie prelekcji. Fot. T. Szufa

Wieczorem wszyscy uczestnicy konferencji udali się do Obserwatorium UJ „Fort Skała”.

Zwiedzono sam fort, będący unikalnym zabytkiem XIX w. sztuki fortyfikacyjnej oraz wystawę meteorytów, zawierającą wiele rzadkich okazów, w tym historyczne polskie meteoryty Łowicz i Pułtusk. Pogodne niebo pozwoliło na pokazanie uczestnikom wycieczki obiektów, takich jak gromada kulista M13 czy mgławica planetarna M57 przez teleskop systemu Maksutowa o średnicy 35 cm. Dla wielu było to pierwsze zetknięcie z niebem widzianym „na żywo” przez większy teleskop. Dzięki uprzemyszości Dyrekcji Obserwatorium dzień mogliśmy zakończyć wspólną dyskusją przy grillu i herbatce.

Niedziela, trzeci i zarazem ostatni dzień konferencji, była poświęcona problemom amatorskich obserwacji komet.

Jako pierwszy wystąpił gość zagraniczny, Martin Popěk (SMPH, Czechy) z referatem „Vizualní pozorování komet slabších 14^m viz”. Prelegent przedstawił plon swoich kilkuletnich obserwacji słabych komet oraz omówił możliwości obserwacyjne miłośników astronomii w Czechach. Dodatkowo przedstawił także aktualny stan badań nad strukturami uderzeniowymi na Ziemi ze szczególnym uwzględnieniem takich struktur na terenie Czech, Niemiec i Polski. Prelekcja była bogato ilustrowana.

Kolejnym prelegentem był przewodniczący SOK, dr Tomasz Ścieżor, który wygłosił referat pt. „Źródła problemów w ocenianiu jasności komet”. Jak wykazała analiza nadesłanych obserwacji wiosennej komety 153P/Ikeya-Zhang oraz kilku słabych komet (o jasnościach słabszych od 12^m), obserwatorzy popełniają szereg błędów przy ocenach jasności komet, do których należą w szczególności niewłaściwy dobór sprzętu obserwacyjnego czy też metody oceny jasności, ale także złe wybrany katalog gwiazd porównania. Nie można także zapominać o błędach „wewnętrznych” wynikających np. z zasugerowania się znaną wcześniej efemerydą komety lub obserwacjami zamieszczanymi w Internecie. Prelegent przedstawił także sposoby unikania różnego rodzaju błędów.

W trakcie dyskusji, która rozgorzała po referatach przedstawicieli bardzo aktywnej „grupy lubelskiej” SOK: Leszek Marcinek i Adam Kisielewicz przekazali swoje doświadczenia dotyczące wykonywania fotografii komet. Podkreślono wagę doboru właściwych materiałów fotograficznych oraz sposobów wywołania dla osiągnięcia pożądanych wyników. Zwrócono także uwagę na konieczność dedefiniowania używanej przy opisie komety wielkości DC (stopnia kondensacji), proponując stworzenie komputerowego modelu tej wielkości.

Kolejna udana i owocna konferencja SOK zakończyła się o godzinie 14. Tomasz Ścieżor

Marzec

Słońce

W punkcie równonocy wiosennej znajdzie się w tym roku 21 marca o 1⁰⁰m. 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.

W ciągu marca dnia przybywa równo o dwie godziny: w Warszawie 1 marca Słońce wschodzi o $5^{\text{h}}23^{\text{m}}$, zachodzi o $16^{\text{h}}14^{\text{m}}$, a 31 marca wschodzi o $4^{\text{h}}14^{\text{m}}$, zachodzi o $17^{\text{h}}07^{\text{m}}$. W marcu Słońce wstępuje w znak Barana.

Dane dla obserwatorów Słońca (na 0^h UT)

	Data 2003	P [°]	B ₀ [°]	L ₀ [°]
III	1	-21,43	-7,21	245,26
	3	-21,92	-7,23	218,91
	5	-22,39	-7,25	192,56
	7	-22,84	-7,25	166,22
	9	-23,26	-7,24	139,86
	11	-23,66	-7,23	113,51
	13	-24,02	-7,21	87,15
	15	-24,36	-7,18	60,80
	17	-24,68	-7,14	34,43
	19	-24,96	-7,09	8,07
	21	-25,22	-7,03	341,70
	23	-25,45	-6,96	315,33
	25	-25,66	-6,89	288,96
	27	-25,83	-6,81	262,59
	29	-25,98	-6,72	236,21
III	31	-26,10	-6,62	245,26

P — kąt odchylenia osi obrotu Słońca mierzony od północnego wierzchołka tarczy:

B_0 , L_0 — heliograficzna szerokość i długość środka tarczy;

$19^{\text{d}}14^{\text{h}}42^{\text{m}}$ — heliograficzna długość środka tarczy wynosi 0° .

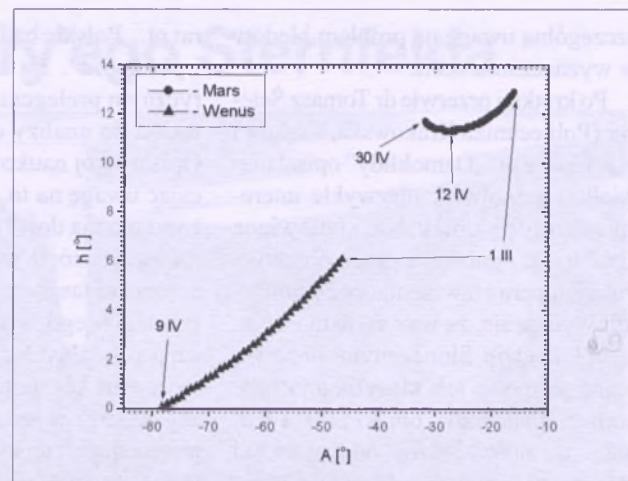
Księżyca

Bezksiężycowe noce będącym mieli na początku i pod koniec marca, bowiem kolejność faz Księżyca jest w tym miesiącu następująca: nów $3^{\text{d}}02^{\text{h}}35^{\text{m}}$, pierwsza kwadra $11^{\text{d}}07^{\text{h}}15^{\text{m}}$, pełnia $18^{\text{d}}10^{\text{h}}35^{\text{m}}$ i ostatnia kwadra $25^{\text{d}}01^{\text{h}}51^{\text{m}}$. W apogeum Księżyca znajdzie się w dniu 7 marca o $16^{\text{h}}33^{\text{m}}$, a w perigeum 19 marca o $19^{\text{h}}00^{\text{m}}$.

Planety i planetoidy

Merkury znajduje się na niebie w pobliżu Słońca i jest niewidoczny.

Nad ranem bardzo nisko nad południowo-wschodnim horyzontem można obserwować Wenus jako „Gwiazdę Poranną” o jasności -4^m . W dniu 1 marca na początku świąt cywilnego (ok. godzinę przed wschodem Słońca) planeta wznosi się na wysokość jedynie 6° nad horyzontem. W ciągu miesiąca wielkość ta systematycznie się obniża i pod koniec marca obserwacje Wenus stają się niemożliwe.



Rys.1. Wenus i Mars nad wschodnim horyzontem (w Warszawie) w marcu i kwietniu 2003 na początku świtu cywilnego (około godzinę przed wschodem Słońca)

Przez teleskopy możemy obserwować tarczę planety o średnicy 15'' w fazie zbliżającej się do pełni

o średnicy 10° wraz z blązującą się do pełni. Także nad ranem nieco powyżej Wenus można zobaczyć Marsa na wysokości 13° nad horyzontem, świecącego z jasnością +1^m na tle gwiazd gwiazdozbioru Strzelca. Średnica tarczy planety wynosi zaledwie 7", co praktycznie uniemożliwia obserwacje jakichkolwiek szczegółów na jej powierzchni (może za wyjątkiem czap biegunowych i fazy wynoszącej 88%) przez teleskopy amatorskie. W ciągu miesiąca warunki obserwacji Marsa praktycznie nie ulegają zmianie.

W pierwszej połowie nocy w gwiazdozbiorze Raka widoczny jest Jowisz jako obiekt o jasności $-2,4^m$. W marcu można nadal obserwować wzajemne zakrycia i zaćmienia w układzie księżyków galileuszowych, co jest związane z unikalną konfiguracją płaszczyzny ich orbit względem Ziemi. W tym samym czasie w sąsiednim gwiazdozbiorze Byka odnajdziemy Saturna jako „gwiazdę” o jasności $-0,2^m$. Duży kąt nachylenia pierścieni planety do Ziemi ułatwia dostrzeżenie „Przerwy Cassiego” 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 gwiazdozbiorze Wężownika, jednakże jego jasność wynosi jedynie 13,8^m i do jego zaobserwowania niezbędny jest teleskop o średnicy zwierciadła przynajmniej 15 cm.

W marcu w pobliżu opozycji znajduje się jasna planetoida:

- (4) Vesta, (jasność 5,9^m). 2 III; 12^h59,1^m, +6°02'; 12 III; 12^h53,6^m, +7°18'; 22 III; 12^h45,8^m, +8°36'.

Meteory

W dniach od 25 stycznia do 15 kwietnia promieniuje rozmyty ekiptyczny 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, któ-

rych słabo wyróżnione maksimum aktywności przypada na 25 marca. Rozmyty radiant meteorów ma duży ruch własny, a w okresie maksimum leży w gwiazdozbiorze Panny i jego środek ma współrzędne rekt. $13^{\text{h}}00^{\text{m}}$, dekl. -4° . Warunki obserwacji tego słabego roju w tym roku nie są dobre, gdyż w porannych obserwacjach przeszkadzał będzie Księżyce w ostatniej kwadrze.

1^d02^h57,6^m W układzie księżyców galileuszowych Jowisza zachodzi obrączkowe zakrycie Callisto (IV) przez Europę (II) trwające 8 min. Jasność układu spada o 0,15^m.

1^d03^h49,6^m W układzie księżyców galileuszowych Jowisza zachodzi obrączkowe zaćmienie Callisto (IV) przez cień Io (I) trwające 11 min. Jasność układu spada o 0,31^m.

1^d15^h Złączenie Merkurego z Księżycem w odł. 3° .

1^d19^h55^m Gwiazda zmienna δ Cep (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,5^m).

2^d00^h Złączenie Urana z Księżycem w odł. 5° .

2^d18^h58^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa WW Aur osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 5,8^m do 6,6^m.

4^d Księżyce Saturna Tytan w maksymalnej elongacji zachodniej.

4^d21^h Złączenie Merkurego z Uranem w odł. $1,5^{\circ}$.

5^d Gwiazda zmienna długookresowa U Cet (miryda) ($2^{\text{h}}33,7^{\text{m}}$, $-13^{\circ}09'$) osiąga maksimum jasności (7,5^m)

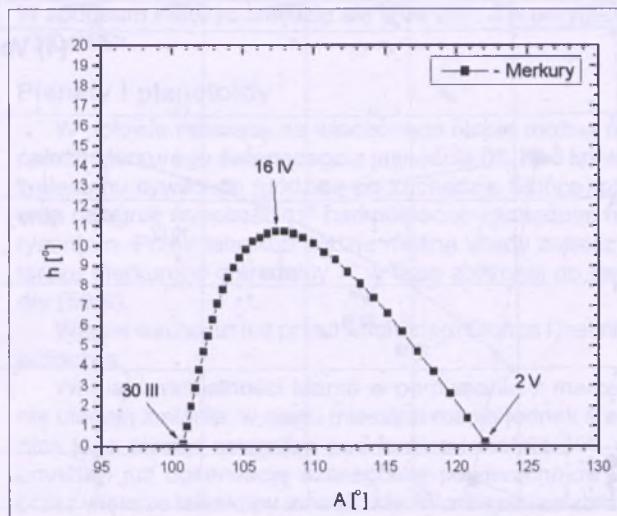
6^d19^h45,8^m W układzie księżyców galileuszowych Jowisza zachodzi częściowe zakrycie Europej (II) przez Io (I) trwające 4 min. Jasność układu spada o 0,30^m.

7^d20^h10^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa WW Aur osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 5,8^m do 6,6^m.

8^d05^h Minimalna libracja Księżyca ($3,0^{\circ}$) w kierunku Sinus Iridium (zacienniona).

9^d20^h39^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa HU Tau osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 5,9^m do 6,7^m.

9^d21^h59,0^m W układzie księżyców galileuszowych Jowisza zachodzi półcieniowe zaćmienie Europej (II) przez cień Callisto (IV) trwające 12 min. Jasność układu spada o 0,23^m.



Rys. 2. Merkury nad zachodnim horyzontem (w Warszawie) w kwietniu 2003 pod koniec zmierzchu cywilnego (około godzinę po zachodzie Słońca)

11^d12^h Złączenie Saturna z Księżycem w odł. 3° .

11^d17^h16,9^m W układzie księżyców galileuszowych Jowisza zachodzi obrączkowe zaćmienie Ganimedesa (III) przez cień Europej (II) trwające 11 min. Jasność układu spada o 0,40^m.

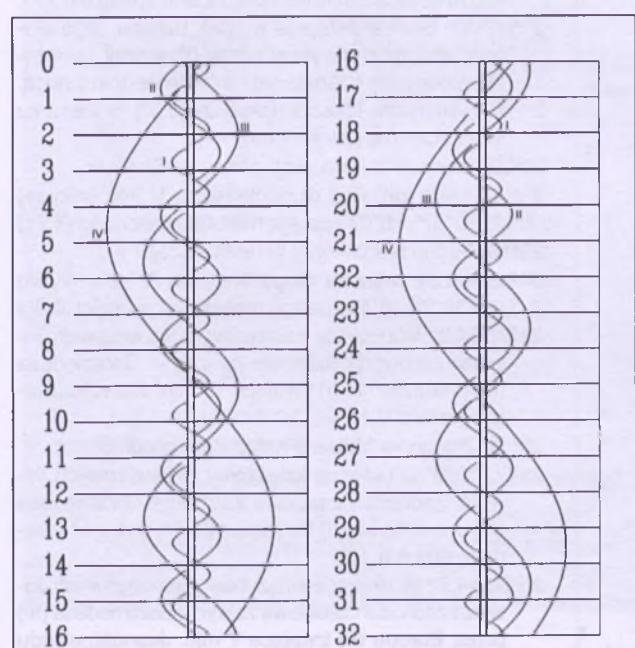
12^d Księżyce Saturna Tytan w maksymalnej elongacji wschodniej.

12^d19^h Złączenie Wenus z Neptunem w odł. $0,2^{\circ}$.

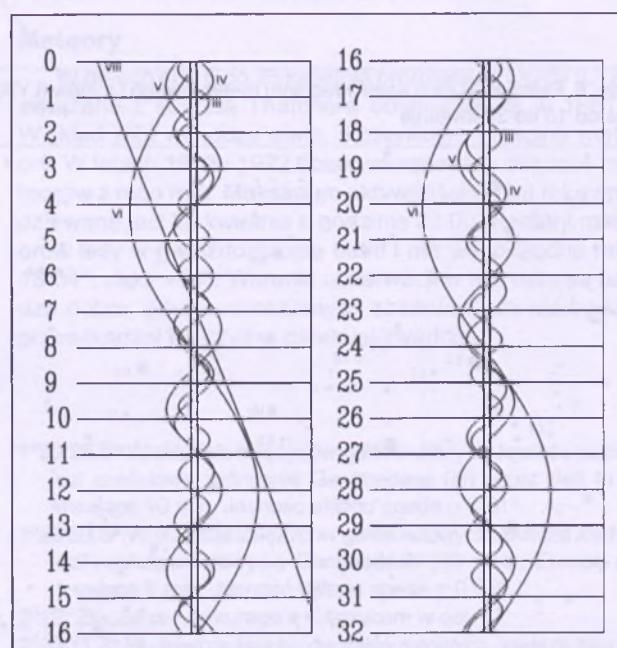
13^d Gwiazda zmienna długookresowa T Her (miryda) ($18^{\text{h}}09,1^{\text{m}}$, $+31^{\circ}01'$) osiąga maksimum jasności (8,0^m)

13^d21^h47,4^m W układzie księżyców galileuszowych Jowisza zachodzi częściowe zakrycie Europej (II) przez Io (I) trwające 3 min. Jasność układu spada o 0,26^m.

14^d01^h05^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa U Oph osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 5,9^m do 6,6^m.



Rys. 3. Konfiguracja galileuszowych księżyców Jowisza w marcu 2003 (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 2003 (III – Tethys, IV – Dion, V – Rhea, VI – Tytan, VIII – Iapetus). Zachód na lewo od środkowego pasa (tarczy planety), wschód na prawo

- 26^d20^h38,1^m W układzie księżyców galileuszowych Jowisza zachodzi częściowe zaćmienie Io (I) przez cień Europej (II) trwające 5 min. Jasność układu spada o 0,18^m.
- 28^d Gwiazda zmienna długookresowa S Her (miryda) (16^h51,9^m, +14°57') osiąga maksimum jasności (7,6^m)
- 28^d Księżyca Saturna Tytan w maksymalnej elongacji wschodniej.
- 28^d01^h55,6^m W układzie księżyców galileuszowych Jowisza zachodzi częściowe zakrycie Europej (II) przez Io (I) trwające 3 min. Jasność układu spada o 0,21^m.
- 28^d06^h Maksymalna libracja Księżyca (8,8°) w kierunku *Mare Humboldtianum* (zacienione).
- 28^d13^h Złączenie Wenus z Uranem w odł. 0,04°.
- 28^d18^h22^m Gwiazda zmienna η Aql (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,5^m).
- 29^d10^h Złączenie Wenus z Księżykiem w odł. 5°.
- 29^d21^h48^m Gwiazda zmienna ξ Gem (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,6^m).

Kwiecień

Słońce

Wznosi się po ekiptyce 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^h12^m, zachodzi o 17^h09^m, a 30 kwietnia wschodzi o 3^h09^m, zachodzi o 17^h59^m. W kwietniu Słońce wstępnie w znaku Byka.

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

Data 2003	P [°]	B ₀ [°]	L ₀ [°]
IV 1	-26,15	-6,56	196,64
3	-26,22	-6,45	170,25
5	-26,27	-6,34	143,86
7	-26,29	-6,21	117,47
9	-26,28	-6,08	91,08
11	-26,24	-5,94	64,68
13	-26,17	-5,80	38,28
15	-26,07	-5,64	11,87
17	-25,94	-5,48	345,46
19	-25,79	-5,32	319,05
21	-25,60	-5,15	292,63
23	-25,38	-4,97	266,21
25	-25,14	-4,79	239,79
27	-24,86	-4,60	213,37
IV 29	-24,56	-4,41	186,94
V 1	-24,22	-4,21	160,51

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

B₀, L₀ — heliograficzna szerokość i długość środka tarczy;

15^d21^h35^m — heliograficzna długość środka tarczy wynosi 0°.

Księżyca

Bezksiążycowe noce będziemy mieli na początku i pod koniec kwietnia, bowiem kolejność faz Księżyca jest w tym miesiącu następująca: nów 1^d19^h19^m, pierwsza kwadra 9^d23^h40^m, pełnia 16^d19^h36^m i ostatnia kwadra 23^d12^h18^m.

W apogeum Księżyca znajdzie się 4^d04^h29^m, a w perygeum 17^d04^h55^m.

Planety i planetoidy

W połowie miesiąca na wieczornym niebie można odnaleźć Merkurego świecącego z jasnością 0^m. Pod koniec zmierzchu cywilnego (godzinę po zachodzie Słońca) planeta osiągnie wysokość 11° nad północno-zachodnim horyzontem. Przez teleskop będzie możliwa wtedy zobaczyć tarczę Merkurego o średnicy 7" w fazie zbliżonej do kwadratu (50%).

Wenus wschodzi tuż przed wschodem Słońca i jest niewidoczna.

Warunki widzialności Marsa w porównaniu z marcem nie ulegają zmianie, w ciągu miesiąca rośnie jednak średnica jego tarczy, osiągając pod koniec kwietnia 10", co umożliwia już obserwacje szczegółów powierzchniowych przez większe teleskopy amatorskie. W związku ze zbliżaniem się do opozycji rośnie także jasność Marsa, osiągając w tym samym okresie 0^m.

Wieczorem wysoko na zachodnim niebie w gwiazdozbiorze Raka zobaczymy Jowisza świecącego z jasnością -2^m. Nawet przez niewielki teleskop można obserwować zjawiska zachodzące w systemie księżyców galileuszowych, w tym nadal ich wzajemne zakrycia i zaćmienia. Także wieczorem coraz niżej nad horyzontem można obserwować Saturna w gwiazdozbiorze Byka jako obiekt o jasności 0^m. 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 marcu w pobliżu opozycji znajduje się jasna planetoida:

(4) Vesta, (jasność 5,9^m). 1 IV: 12^h36,8^m, +9°44'; 11 IV: 12^h27,8^m, +10°35'; 21 IV: 12^h20,1^m, +11°00'.

Meteory

W dniach od 16 do 25 kwietnia promieniuają Lirydy (LYR), związane z kometą Thatcherą obserwowaną w 1861 r. W skład roju wchodzą białe, stosunkowo powolne meteory. W latach 1803 i 1922 obserwowane były deszcze meteoriów z tego roju. Maksimum aktywności w tym roku spodziewane jest 22 kwietnia o godzinie 22:00. Radiant meteoriów leży w gwiazdozbiorze Lutni i ma współrzędne rekt. 18^h04^m, deki. +34°. Warunki obserwacji w tym roku są bardzo dobre, gdyż w wieczornych obserwacjach nie będzie przeszkadzał Księżyca w ostatniej kwadrze.

1^d23^h25,6^m W układzie księżyców galileuszowych Jowisza zachodzi częściowe zaćmienie Ganimedesa (III) przez cień Io (I) trwające 10 min. Jasność układu spada o 0,21^m.

1^d23^h53,5^m W układzie księżyców galileuszowych Jowisza zachodzi częściowe zakrycie Ganimedesa (III) przez Europej (II) trwające 5 min. Jasność układu spada o 0,05^m.

2^d19^h Złączenie Merkurego z Księżykiem w odł. 4°.

2^d20^h11,7^m W układzie księżyców galileuszowych Jowisza zachodzi półcieniowe zaćmienie Callisto (IV) przez cień Europej (II) trwające 9 min. Jasność układu spada o 0,13^m.

2^d22^h55,0^m W układzie księżyców galileuszowych Jowisza zachodzi częściowe zaćmienie Io (I) przez cień Europej (II) trwające 5 min. Jasność układu spada o 0,29^m.

3⁰⁰0⁴⁰^m Gwiazda zmienna δ Cep (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,5m)

3^d17^h14,9^m W układzie księżyców galileuszowych Jowisza zachodzi półcieniowe zaćmienie Callisto (IV) przez cień Io (I) trwające 15 min. Jasność układu spada o 0,27^m.

4^d04^h20^m Jowisz nieruchomy w rektascensji.

4^o16^h Minimalna libracja Księżyca ($2,5^{\circ}$) w kierunku *Sinus Iridium* (zaciemniona)

4^d22^h36^m Gwiazda zmienna η Aql (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,5^m).

5^d Księzyc Saturna Tytan w maksymalnej elongacji zachodniej.

5°00'48,7" W układzie księżyćów galileuszowych Jowisza zachodzi częściowe zaćmienie Io (I) przez cień Ganimedesa (III) trwające 6 min. Jasność układu spada o 0,46^m.

7^d18^h50,6^m W układzie księżyców galileuszowych Jowisza zachodzi półcieniowe zaćmienie Europy (II) przez cień Io (I) trwające 4 min. Jasność układu spada o 0,19^m.

7^d22^h Złączenie Saturna z Księżycem w odł. 3°.

9^d Gwiazda zmienna długookresowa V CrB (miryda) ($15^{\text{h}}49,5^{\text{m}}$, $+39^{\circ}34'$) osiąga maksimum jasności ($7,5^{\text{m}}$)

9^d01^h25^m Gwiazda zmienna ζ Gem (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,6m)

10^d Gwiazda zmienna długookresowa χ Cyg (miryda) ($19^{\text{h}}50,5^{\text{m}}$, $+32^{\circ}55'$) osiąga maksimum jasności (5,2^m)

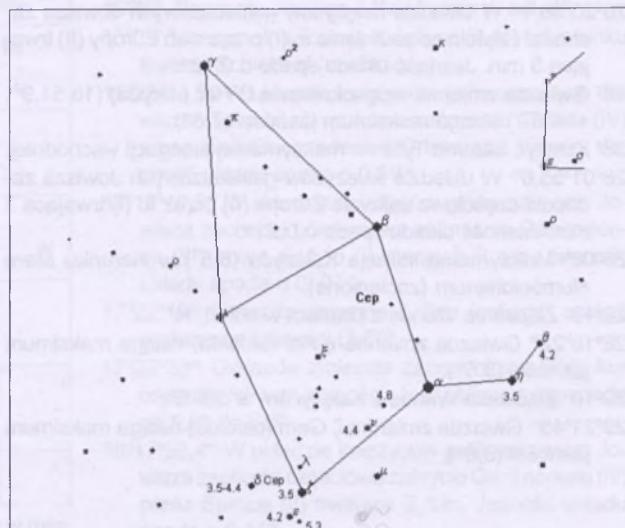
10^d01^h11,5^m W układzie księżyców galileusowych Jowisza zachodzi częściowe zaćmienie Io (I) przez cień Europy (II) trwające 6 min. Jasność układu spada o 0,41^m.

11°08^h Złaczenie Jowisza z Księzcem w odł. 4°.

11°20'58,9" W układzie księżyców galileuszowych Jowisza zachodzi półcieniowe zaćmienie Europy (II) przez cień Ganymeda (III) trwające 6 min. Jasność układu spada o 0,09".

11th MakSYMALNA libracja Księżyca ($10,2^\circ$) w kierunku krateru Schickard (zaciemniony).

11^{do} 21^h 21,8^m W układzie księżyców galileuszowych Jowisza zachodzi półcieniowe zaćmienie Io (I) przez cień Callisto (IV) trwające 7 min. Jasność układu spada o 0,07^m.



Rys. 8. Mapa gwiazdozbioru Cefeusza do obserwacji gwiazdy zmiennej δ Cep. Podane jasności gwiazd porównania (pole widzenia wynosi 25° , północ u góry)

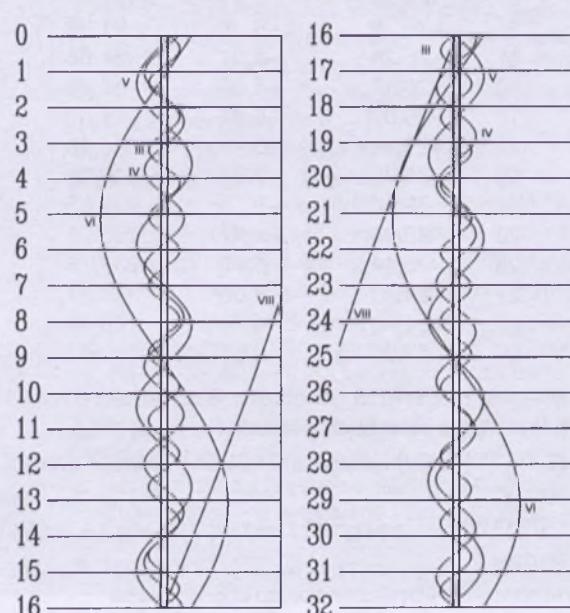
12^d Gwiazda zmienna długookresowa U Her (miryda) (16^h25,8^m, +18°54') osiąga maksimum jasności (7,5^m)

12°02'51'' Gwiazda zmienna η Aql (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,5')

12^d18^h Zakrycie gwiazdy η Leo (3,6^m) przez ciemny brzeg Księżyca, widoczne w całej Polsce (Zielona Góra 18^h21^m — Lublin 18^h33^m). W czasie zakrycia zbliżający się do pełni Księżyca (faza 78%) będzie się znajdował wysoko nad horyzontem (56°), co ułatwi obserwację.

13^d Księżyca Saturna Tytan w maksymalnej elongacji wschodniej.

14°19'15,9" W układzie księżyców galileuszowych Jowisza zachodzi częściowe zakrycie Europy (II) przez Io (I) trwające



Rys.10. Konfiguracja pięciu najjaśniejszych księżyco- w Saturna w kwietniu 2003 (III – Tethys, IV – Dione, V – Rhea, VI – Tytan, VIII – Iapetus). Zachód na lewo od środkowego pasa (tarczy planety), wschód na prawo

- 4 min. Jasność układu spada o 0,23^m.
- 14^d21^h05,1^m W układzie księżyców galileuszowych Jowisza zachodzi półcieniowe zaćmienie Europa (II) przez cień Io (I) trwające 3 min. Jasność układu spada o 0,05^m.
- 16^d14^h Merkury w maksymalnej elongacji wschodniej od Słońca w odległości 20°.
- 18^d00^h Odkrycie gwiazdy α Lib (2,9^m) przy ciemnym brzegu Księżyca, widoczne w całej Polsce (Zielona Góra 17^d23^h55^m — Lublin 18^d00^h08^m). W czasie odkrycia znajdujący się tuż po pełni Księżyca (faza 98%) będzie się znajdował na wysokości 24° nad horyzontem.
- 18^d01^h Minimalna libracja Księżyca (2,3°) w kierunku *Mare Australia* (zacienione).
- 19^d00^h14,2^m W układzie księżyców galileuszowych Jowisza zachodzi półcieniowe zaćmienie Europa (II) przez cień Ganymedesa (III) trwające 7 min. Jasność układu spada o 0,20^m.
- 20^d12^h05^m Słońce wstępuje w znak Byka, jego długość ekleptyczna wynosi wówczas 30°.
- 21^d Księżyca Saturna Tytan w maksymalnej elongacji zachodniej.
- 21^d21^h27,2^m W układzie księżyców galileuszowych Jowisza zachodzi częściowe zakrycie Europa (II) przez Io (I) trwające 4 min. Jasność układu spada o 0,26^m.
- 23^d07^h Złączenie Marsa z Księżykiem w odł. 3°.
- 24^d04^h Złączenie Neptuna z Księżykiem w odł. 5°.
- 24^d13^h Maksymalna libracja Księżyca (9,7°) w kierunku *Mare Humboldtianum* (zacienione).
- 24^d23^h29^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa U Oph osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 5,9^m do 6,6^m.
- 25^d16^h Złączenie Urana z Księżykiem w odł. 5°.
- 26^d Gwiazda zmienna długookresowa R Lyn (miryda) (7^d01,3^m, +55°20') osiąga maksimum jasności (7,9^m)
- 26^d21^h18^m Merkury nieruchomy w rektascensji.
- 27^d18^h50,6^m W układzie księżyców galileuszowych Jowisza zachodzi obrączkowe zaćmienie Io (I) przez cień Europa (II) trwające 6 min. Jasność układu spada o 0,70^m.
- 28^d17^h Złączenie Wenus z Księżykiem w odł. 3°.
- 28^d23^h40,3^m W układzie księżyców galileuszowych Jowisza zachodzi częściowe zakrycie Europa (II) przez Io (I) trwające 4 min. Jasność układu spada o 0,30^m.
- 29^d Gwiazda zmienna długookresowa R Sgr (miryda) (19^d16,7^m, -19°18') osiąga maksimum jasności (7,3^m).
- 29^d Księżyca Saturna Tytan w maksymalnej elongacji wschodniej.
- 29^d20^h38^m Gwiazda zmienna $\ddot{\alpha}$ Cep (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,5^m).
- 30^d00^h15^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa U Oph osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 5,9^m do 6,6^m.

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

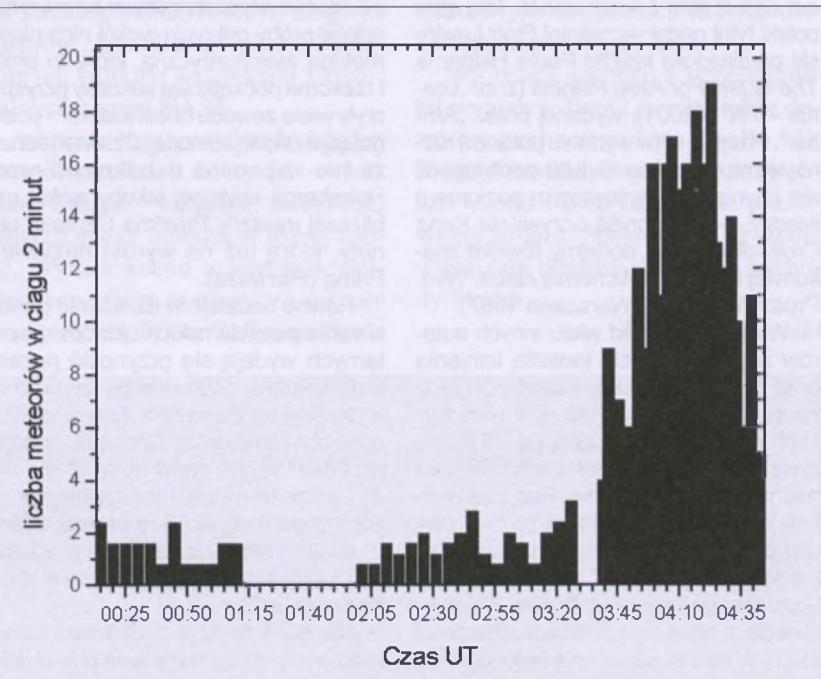
Aby otrzymać datę w obowiązującym w marcu w Polsce „czasie zimowym”, należy dodać 1 godzinę, aby otrzymać datę w obowiązującym w kwietniu w Polsce „czasie letnim”, należy dodać 2 godziny.

Opracował T. Ścieżor

Dokończenie ze s. 33.

Ziemi przez ślad pozostawiony przez kometę Tempela-Tuttle'a w 1767 r. rozpoczęto się ok. 3:40 UT (4:40 CSE) i trwało ok. godziny. Maksimum wystąpiło ok. 4:15 UT (5:15 CSE) i wynosiło ok. 10 meteorów/min. Miarą aktywności roju w astronomii jest tzw. ZHR (Zenital Hourly Rate — Zenitalna Liczba Godzinna) definiowana jako liczba meteorów, które byłyby widoczne przez pojedynczego obserwatora obserwującego nie zasłonięte niebo przez godzinę przy położeniu radiantu w zenicie przy granicznej jasności gwiazd widocznych gołym okiem 6,5^m. Dla omawianego deszczu Leonidów w okresie maksimum (od 3:59 do 4:25 UT) na podstawie obserwacji Macieja Kwinty można oszacować wielkość ZHR na ok. 2000, co można uznać za wielkość średnią (w 1966 r. ZHR dla Leonidów osiągnął wartość aż 140 tys.)¹.

Warto może wspomnieć, że drugi deszcz meteorów (związany ze „śla-



Rys. 2. Obserwowana liczba meteorów w jednostce czasu (w ciągu 2 minut) w funkcji czasu w godz. 0:15 do 4:45 UT (na podstawie obserwacji Macieja Kwinty w dniu 19 listopada 2002)

dem" z 1866 r.) był obserwowany zgodnie z przewidywaniami ok. godz. 10:40 UT m.in. w Ameryce Północnej.

Na ostateczne podsumowanie i opracowanie trzeba jeszcze poczekać, niemniej jednak zjawisko było piękne

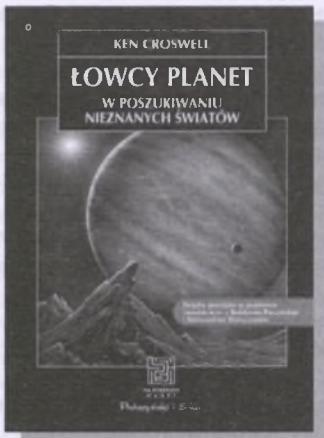
i niepowtarzalne a odczucia można porównać do tych, jakie odczuwaliśmy w czasie zaćmienia Słońca na Węgrzech w 1999 r.

Tomasz Ścieżor

¹ Wstępne wyniki opublikowane przez IMO (International Meteor Organization) wskazują na ZHR=2350±60 przy maksymum o godz. 4:10 UT oraz ZHR=2660±110 przy maksymum o godz. 10:50 UT.



Ken Croswell: ŁOWCY PLANET. W poszukiwaniu nieznanych światów. Przełożył Michał Szymański. Wyd. Prószyński i S-ka, seria „Na ścieżkach nauki”, s. 292, cena 29,90 zł, Warszawa 2002.



„Książka powstała na podstawie rozmów m. in. z Bohdanem Paczyńskim i Aleksandrem Wolszczanem” — jak informuje na okładce wydawca, według *Przedmowy do wydania polskiego autora*. Jednak tłumacz nie popisał się oryginalnością, przekładając tytuł oryginału *Planet Quest* jako Łowcy planet. Taki sam polski tytuł nadał wcześniej Piotr Lewiński przekładowi książki Paula Halperna *The Quest For Alien Planets* (zob. „Urania – PA” 6/2001), wydanej przez „Amber”. Pozycje te (w wydaniu polskim) różnią się na szczęście nie tylko podtytułami, ale również prezentowanym poziomem wiedzy — na korzyść oczywiście Kena Croswella (autora, dodajmy, również znakomitej książki pt. *Alchemia nieba*, Wyd. Prószyński i S-ka, Warszawa 1997).

W odróżnieniu od wielu innych autorów zajmujących się kwestią istnienia oraz poszukiwania czy nawet odkrywania pozasłonecznych układów planetarnych Ken Croswell odnosi się do takich rewelacji krytyczne i w sposób daleki od nadmiernego entuzjazmu. Przyznaje jednak, iż jest to bardzo istotny problem dla współczesnej astronomii, również ze względu na możliwość stwierdzenia po-wszechnego istnienia życia we Wszechświecie, a nawet — cywilizacji pozaziemskich. W rzeczy samej ustalenie, że nasz układ planetarny nie jest zjawiskiem unikalnym we Wszechświecie (a przynajmniej w naszej Galaktyce), będzie miało poważne implikacje filozoficzne, zwłaszcza jeśli jeszcze okaże się, iż biosfery i cywilizacje występują także „gdzie indziej”, co już postulował wspominany we *Wstępie Giordano Bruno*.

Po wprowadzających rozważaniach na temat Układu Słonecznego autor wcale rzeczowo i w wyważony sposób przechodzi do fascynujących historii odkryć

planet w naszym układzie — Urana, Neptuna, Plutona, a także planetoid — omawiając zarazem sławetną Regulę Titiusa-Bodego. Przy okazji rozprawia się z planetami-widmami: Wulkanem oraz Planetą X, której tak nadaremnie i bezcelowo przez ponad pół wieku poszukiwano, a odkryto... postulowany jeszcze w 1950 r. pozaneptunowy Pas Kuipera. Pluton zaś (z Charonem) okazał się po prostu jego największym obiektem.

Następnie Croswell przedstawia wnioskowo poszukiwania planet wokół innych gwiazd, podkreślając wreszcie dobitnie, że gwiazd jaśniejszych od Słońca jest w naszej Galaktyce zaledwie 5%, większość (80%) to czerwone karły, a gwiazd Ciagu Głównego typu widmowego G mamy ledwo 4%! Jeśli do tego dodamy, iż większość gwiazd (ponad 90%) tworzy układy podwójne lub wielokrotne, w których warunki dla powstawania planet (a zwłaszcza życia) są mało sprzyjające, to dochodzimy do słusznego chyba wniosku, że układy planetarne w Galaktyce są nader nieliczne! W związku z tym wszelkie bredzenia o UFO jako o pojazdach kosmitów są nic niewarte.

Pisząc o gwiazdach: Barnarda, Lalande 21185, 61 Cygni, 70 Ophiuchi, τ Ceti, ε Eridani autor szczegółowo omawia nieudane próby odkrycia wokół nich planet metodą astrometryczną, które to próby i rzekome początkowe sukcesy przypisyły wiele zawodu obserwatorom posługującym się tą metodą. Dziwne jednak, że nie wspomina o „odkryciu” przez Holmberga krążącej jakoby wokół najbliższej gwiazdy Proxima Centauri planety, którą już na wyrost nazywano Primą (Pierwszą).

Pewne nadzieje w dziedzinie poszukiwania pozaziemskich układów planetarnych wydają się przynosić pozaatmosferyczne obserwacje, zwłaszcza w dalekiej podczwierci. O tym właśnie dość obszernie pisze Croswell, podając przykład Wagi, Fomalhauta i β Pictoris. Jednakże te młode i masywniejsze od Słońca gwiazdy dopiero otaczają dyski protoplanetarne i jeszcze nie wiadomo, co i kiedy się z nich urodzi ani jaki będzie tego skutek...

Nie dość na tym: dodatkowe zamieszanie w historii poszukiwań planet dalekich słońca wniosły najpierw postulowane, a potem odkryte tzw. brązowe karły (które tak naprawdę wcale nie są barwy brązowej). Wypada przypomnieć, iż już dawno temu w literaturze popularno- czy fantastycznonaukowej obiekty tego typu nazywano infragwiazdami i również dość dawno stwierdzono, że jeśli przedłużycy wykres Hertzsprunga-Russella do niskich temperatur, to w odpowiednim miejscu na tym „przedłużeniu” znajdzie się... Jowisz. Stąd nietrudno o wniosek, iż pomiędzy

masą rzędu masy Jowisza a najmniej masywnymi gwiazdami mogą być obiekty pośrednie. Rozróżniano nawet tzw. megaplanety (miała nią jakoby być owa Prima) oraz infragwiazdy, które ostatecznie okazały się istnieć jako brązowe karły. Zamieszanie zaś wzięło się stąd, że przy stosowaniu metody astrometrycznej odkrywano, jeśli już, to raczej brązowe karły niż prawdziwe planety. Ciekawe jednak, dlaczego o tej prahistorii odkryć brązowych karłów autor wcale nie wspomina? Może dlatego, iż nie była dość poważnie traktowana w solidnych ośrodkach astronomicznych?

Istotną sensacją przyniosło dopiero radioastronomiczne odkrycie planet wokół pewnego pulsara dokonane przez Aleksandra Wolszczana. Ale Ken Croswell, pomimo całej życzliwości dla naszego uczonego i jego odkrycia, przytacza po prostu stwierdzenia, że nic nam po takich planetach, bo życie przecież nie może na nich istnieć. I tak źle, i tak niedobrze...

Jednak dalej autor pisze, iż obecność takich obiektów jak brązowe karły czy nawet Jowisz jest niejako dobrodziejstwem dla układu planet, zwłaszcza obdarzonych życiem. Obiekty takie przechwytują bowiem nadciągające z głębin kosmosu śmiercionośne pociski, jakimi mogą się stać masywne jądra kometarne albo planetoidy, czego symbolem stała się słynna kometa Shoemaker-Levi 9.

Ostatnie rozdziały przedstawiają wreszcie „planetarne żniwa”, czyli wyniki poszukiwań odległych planet metodą spektroskopową, o której Croswell obyczajnie i ze znajstwem pisze, ale nawet nie wspomina, że ponad čwierć wieku temu opracował ją, nieżyczący już niestety, Krzysztof Serkowski. Autor pisze również o metodzie fotometrycznej (obserwacji przejść ewentualnych planet przed tarczą macierzystej gwiazdy) i na obie przytacza wiele przykładów. Przypomnę jednak, iż nieraz pisałem, mając na uwadze odkrycia efektów świadczących o możliwości istnienia pozasłonecznych planet — o dziwności odkrywanych układów. Wygląda na to, że raczej mamy do czynienia z jakby „zdegenerowanymi” ciemnymi układami podwójnymi niż z „prawdziwymi” układami planetarnymi — albo też teoria planetogenezy, wyrowadzona na podstawie znajomości kosmogonii Układu Słonecznego, nie w pełni jest poprawna. A my chcemy przecież wiedzieć, ze względu na problematykę SETI oraz podjęcie ewentualnych wypraw międzygwiazdowych, czy gdzieś w Galaktyce istnieje chociażby życie (nie mówiąc już o wysoko rozwiniętych cywilizacjach). Dlatego cennym dodatkiem do książki jest *Katalog gwiazd i planet* oraz *Słowniczek*.

T. Zbigniew Dworak



Dźwiękowe pamiątki z Księżyca

Zanim Mars stał się celem wyprowadzających sond kosmicznych, wcześniej aparatura stworzona przez człowieka osiągnęła powierzchnię Księżyca. Ba! Ludzie bezpośrednio odcisnęli na nim swoje ślady. Lądowanie pierwszej amerykańskiej załogi na Srebrnym Globie stało się jednym z najważniejszych wydarzeń minionego tysiąclecia.

Przypomnijmy krótko: 16 lipca 1969 r. statek kosmiczny Apollo 11 startuje z przylądka Canaveral i kieruje się w stronę Księżyca. 20 lipca 1969 r. o godz. 20.18 czasu Greenwich lądownik „Eagle” (Orzeł) z dwuosobową załogą na pokładzie osiąga księżycowy grunt. Neil Armstrong stawia historyczny pierwszy krok. Drugim człowiekiem dotykającym księżycowego gruntu jest Edwin Aldrin. Po nich, w kolejnych wyprawach misji „Apollo”, spacerów po naszym naturalnym satelicie zażywać będzie jeszcze 10 lunonautów.

Nie wiem, kto pierwszy z kompozytorów wpadł na pomysł umontowania zarejestrowanych rozmów astronautów z Księżyca w swoich utworach. Dość znaną jest kompozycja Vangelisa *Mare Tranquillitatis* zamieszczona na słynnej płycie „*Albedo 0,39*” z 1975 r. Na wszelki wypadek przypomnę, że *Mare Tranquillitatis* to

po polsku *Morze Spokoju* — rejon historycznego lądowania „Orła”. Miejsce to wybrano ze względu na stosunkowo małą ilość występujących tam nierówności i kraterów.

W 25 rocznicę misji Apollo 11 znanemu miłośnikom muzyki elektronicznej firma Innovative Communication (IC) wydała składankowy album pt. „Lu-

bian, Patrick Kosmos, Passe Simple, George Bishop, Derring & Sakaide, Mind Over Matter, Burkard Schmidl.

Jedną z najwspanialszych kompozycji, w której niebagatelną rolę pełni głos z orbity Księżyca, jest dla wielu utwór otwierający wspaniałą suitę Mike'a Oldfielda „The Songs Of Distant Earth” (inspirowaną powieścią Artura Clarka o tym samym tytule).

Ponoć przed lotem Apollo 8 astronauci długo zastanawiali się, jak najlepiej zakończyć transmisję z oddalonego od Ziemi prawie 400 tys. km świata. Obchodzono właśnie wigilię jednego z najważniejszych chrześcijańskich świąt. Zgromadzeni przed telewizorami widzowie zobaczyli księżycowy horyzont i usłyszeli kolejno trzy głosy orbitujących wokół Srebrnego Globu astronautów czytających pierwsze słowa Biblii. Po słowach: „niech stanie się światłość” nad widocznym na ekranach telewizorów horyzontem zabłysło Słońce...

Autorem tego projektu był jeden z współwłaścicieli firmy IC — Michael Weisser — muzyk, fotografik, malarz i pisarz fantasta w jednej osobie. Wykonawcami utworów wypełniających album są muzycy i zespoły związane z tą firmą: Software, Sym-



nar Landing”. Złożyło się na niego 11 utworów „kosmicznej” muzyki połączonych krótkimi wstawkami z archiwalnych nagrań NASA.

Wg relacji jednego z uczestników tej wyprawy, Jima Lovella (także dowódca pechowego lotu Apollo 13),

Książyc jawił się im jako ogromny obszar czerni i bieli całkowicie pozabawiony koloru. Największe wrażenie wywierały właśnie wschody i zachody Słońca.

Jacek Drąkowski

INFORMACJE O PRENUMERACIE URANII-PA

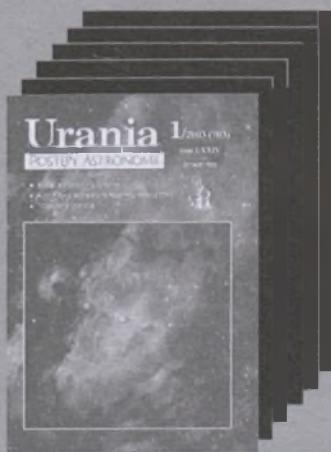
Prenumerata na rok 2003 (6 zeszytów) kosztuje 54 zł (zagraniczna 70 zł). Cena pojedynczego zeszytu 10 zł. Wpłaty prosimy kierować na konto:

Polskie Towarzystwo Astronomiczne
BIG Bank Gdańsk S.A. o/Toruń
Nr 44 116022020000000055305241

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

Karolina Wojtkowska
Centrum Astronomii UMK
ul. Gagarina 11, 87-100 Toruń

E-mail: urania@astri.uni.torun.pl
tel/fax (0-56) 611 30 14 / 611 30 08



Nasz konkurs zamieszczony w zeszycie nr 5/2002 wymagał podania nazw obiektów mgławicowych pokazanych wówczas na zdjęciach. Były to, kolejno:

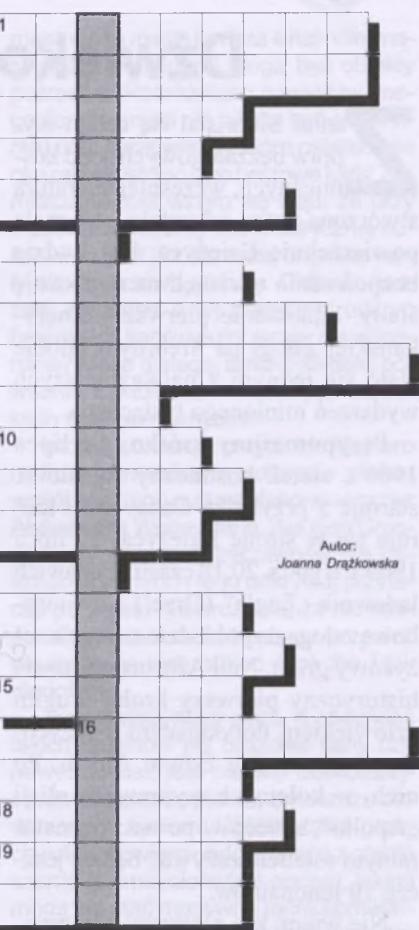
1. Mgławica planetarna w gwiazdozbiorze Zająca IC418,
2. Mgławica emisyjna Rozeta w gwiazdozbiorze Jednorożca NGC 2237,
3. Mgławica Krab w gwiazdozbiorze Byka (pozycja numer 1 w katalogu Messiera),
4. Mgławica planetarna w gwiazdozbiorze Bliźniąt NGC 2392 zwana Eskimosem lub Twarzą Kłowna,
5. Kompleks mgławic i gorących gwiazd w gwiazdozbiorze Kameleona (obszar Chamaeleon 1),
6. Mgławica planetarna w gwiazdozbiorze Smoka NGC 6543 (Kocie Oko),
7. Mgławica planetarna w gwiazdozbiorze Wężownika M2-9 (Motylek).

Takie odpowiedzi podali m.in. panowie: **Andrzej Chylek** z Palikówk i. Strażowa i **Grzegorz Widlarz** z Wadowic. Obaj panowie wylosowali nagrody książkowe, które wyślemy pocztą.

Tym, którzy zapoznali się z treścią bieżącego zeszytu *Uranii-PA*, proponujemy rozwiązywanie krzyżówki. Rozwiązań w postaci hasła prosimy przesyłać na kartkach pocztowych lub drogą elektroniczną (tylko prenume-

1. Statek kosmiczny, który od 2008 r. będzie badał wiek gwiazd.
2. Olbrzym typu widmowego A.
3. Odkryta zależność między okresem a jasnością cefeidów.
4. Części elementarne bez masy i ładunku.
5. Autor książki pt. „Łowcy planet”.
6. Planeta najbliższa Słońcu.
7. Detektor, który w 1987 r. zarejestrował neutrino.
8. Nauka badająca fale sejsmiczne.
9. Laureat Nagrody Nobla, wyjaśnił źródło energii gwiazd.
10. Hipotetyczna planeta, krążąca wokół gwiazdy Proxima Centauri.
11. Miasto tegorocznej IMC.
12. Punkt, od którego zaczyna się astronomiczna wiosna.
13. Inaczej promieniowanie X.
14. Słaby rój meteorów, przewidziany na 2003 r.
15. Budowany na Antarktyce, ma obserwować neutrino.
16. Słynna Proxima...
17. Odkrywca pierwszych planet poza Układem Słonecznym.
18. Jeden z najaktywniejszych strumieni meteorów.
19. W 1959 r. rozbił się o powierzchnię Księżyca.
20. Najjaśniejszy przedstawiciel typu widmowego A.

ratorzy) do końca lutego. Tym razem do wylosowania dwa fotograficzne atlasy Księżyca. Uwaga, osoby nie będące prenumeratorem „Uranii-PA”,



aby wziąć udział w losowaniu nagród, muszą przysłać odpowiedź na karcie pocztowej z załączonym kuponem konkursowym.

Ciekawe strony internetowe...

W numerze 4/2002 naszego pisma znalazł się bardzo ciekawy artykuł Ireneusza Włodarczyka poświęcony planetoidom mogącym potencjalnie zagrozić Ziemi. Proponuję przyjrzeć się bliżej jednej ze stron internetowych umieszczonych w spisie adresów na końcu artykułu:

<http://ssd.jpl.nasa.gov>

Można znaleźć tutaj informacje dotyczące wszystkich znanych ciał Układu Słonecznego — przede wszystkim policzyć dokładne efemerydy dla wybranego miejsca obserwacji, ale też znaleźć dane dotyczące np. wszystkich znanych naturalnych księżyców planet z datami odkrycia i nazwiskami odkrywców. Jedynie Księżyc pozostał bez opisu — autorom „nie udało się skontaktować z neandertalczykiem, który pierwszy go zobaczył”. Jest odsyłacz do podobnych informacji na temat planetoid. Zgrzebny na pierwszy rzut oka wygląd strony jest mylący — poszczególne hasła odsyłają do coraz bogatszych zbiorów danych i informacji. Można zobaczyć obrazy radarowe planetoid, zapoznać się z efemerydami NEO (Near-Earth Objects), o których nie pojawią się katastroficzne artykuły w gazetach, trafić na stronę przyszłych misji do małych ciał Układu Słonecznego z zaznaczonymi obiektami, które mają być celem badań. (rs)

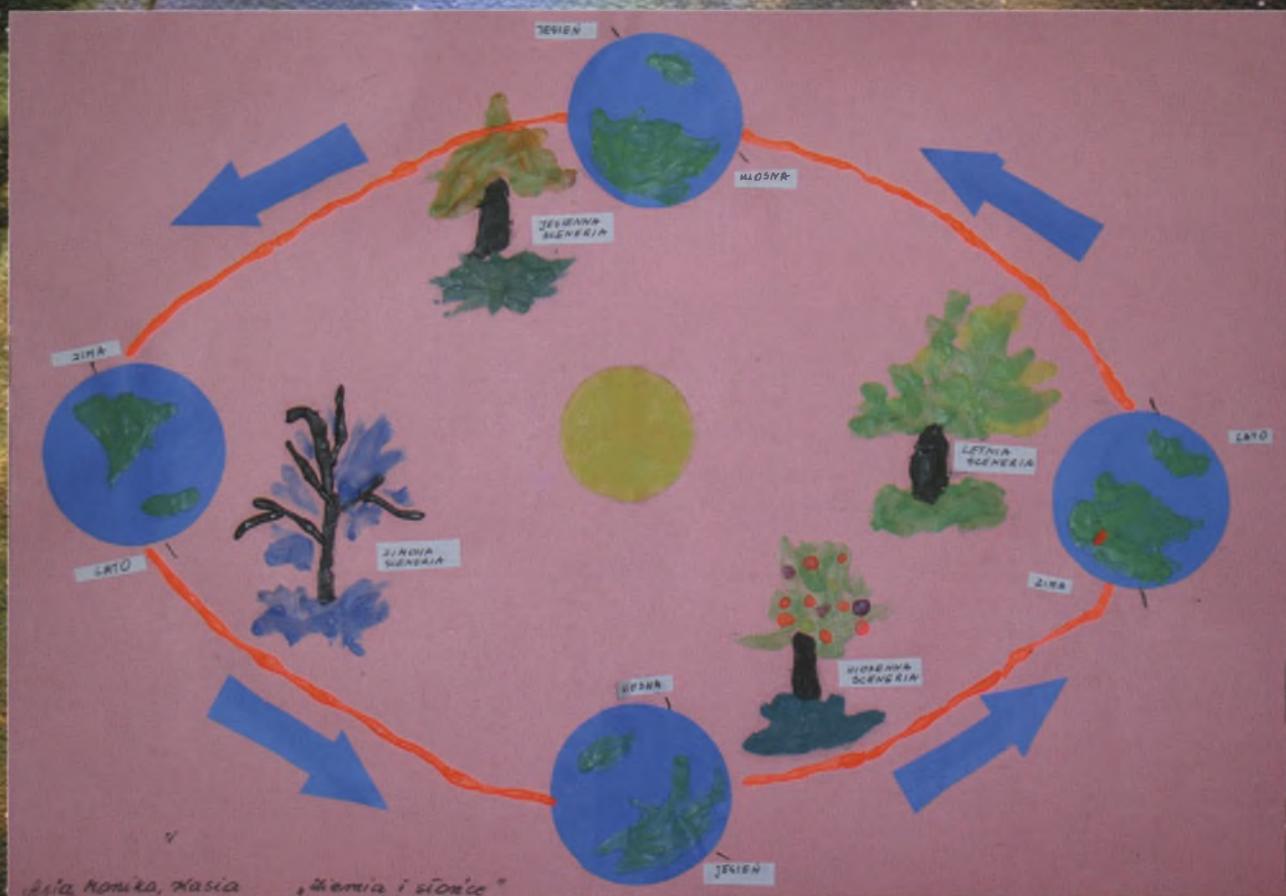


W nocy z 19 na 20 listopada 2002 r. miało miejsce pół-cieniowe zaćmienie Księżyca. Górnego zdjęcie przedstawia Księżyca tuż przed pierwszym kontaktem ok. 23:30, dolne zaś ukazuje maksymalną fazę zaćmienia (0,88) ok. godz. 2.50. Zdjęcia wykonał Janusz Magda z Trzęsówka (ognisko główne teleskopu systemu Newtona o ogniskowej 1500 mm i średnicy 250 mm, negatyw Fuji Superia 200, czas eksp. 1/500 s)

Niżej jeszcze jedna praca plastyczna o tematyce astro-

Galeria Uranii

nomicznej wykonana przez dzieci ze Szkoły Podstawowej nr 1 w Bełchatowie.





4 grudnia 2002 r., drugi raz w ciągu roku, południowa Afryka była dogodnym terenem obserwacji całkowitego zaćmienia Słońca. Powyżej afrykańskie zaćmienie Słońca z 21 czerwca 2001 r. Sekwencję zdjęć pokazującą całe zjawisko wykonał znany badacz zaćmień, astronom amerykański Fred Espenak w okolicach miejscowości Chisambe w Zambii.

Występujące na pierwszym planie cierniste drzewa akacjowe (*Acacia tortilis*) jest jednym z najbardziej charakterystycznych drzew afrykańskiej sawanny. Rośnie zarówno na piaszczystych wydmach, jak i na terenach skalistych i osiąga wysokość do 20 m. Wytrzymuje bardzo długie okresy suszy oraz bardzo wysokie (powyżej +50°C) i bardzo niskie (poniżej -20°C) temperatury.

Urania

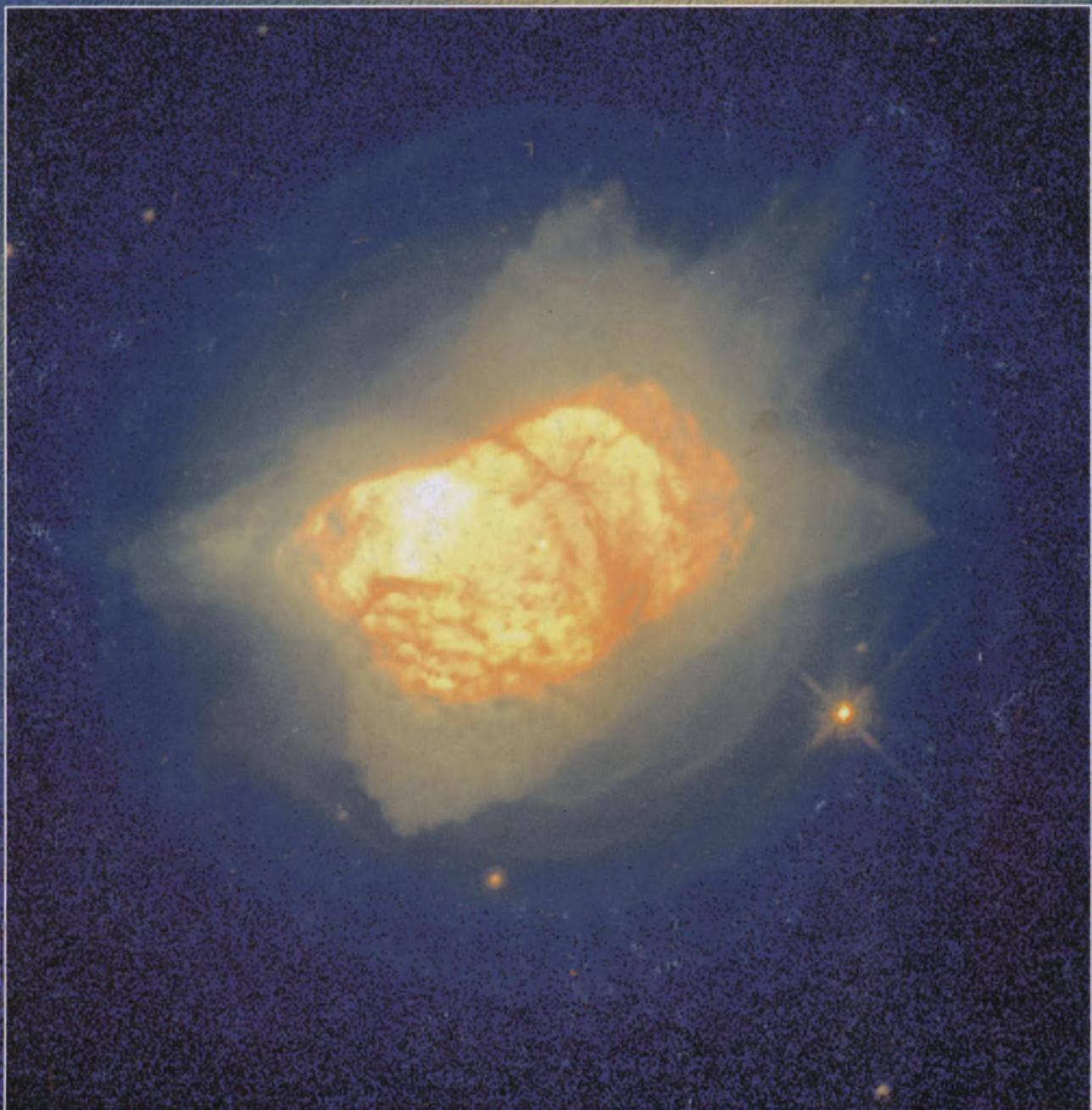
2/2003 (704)

POSTĘPY ASTRONOMII

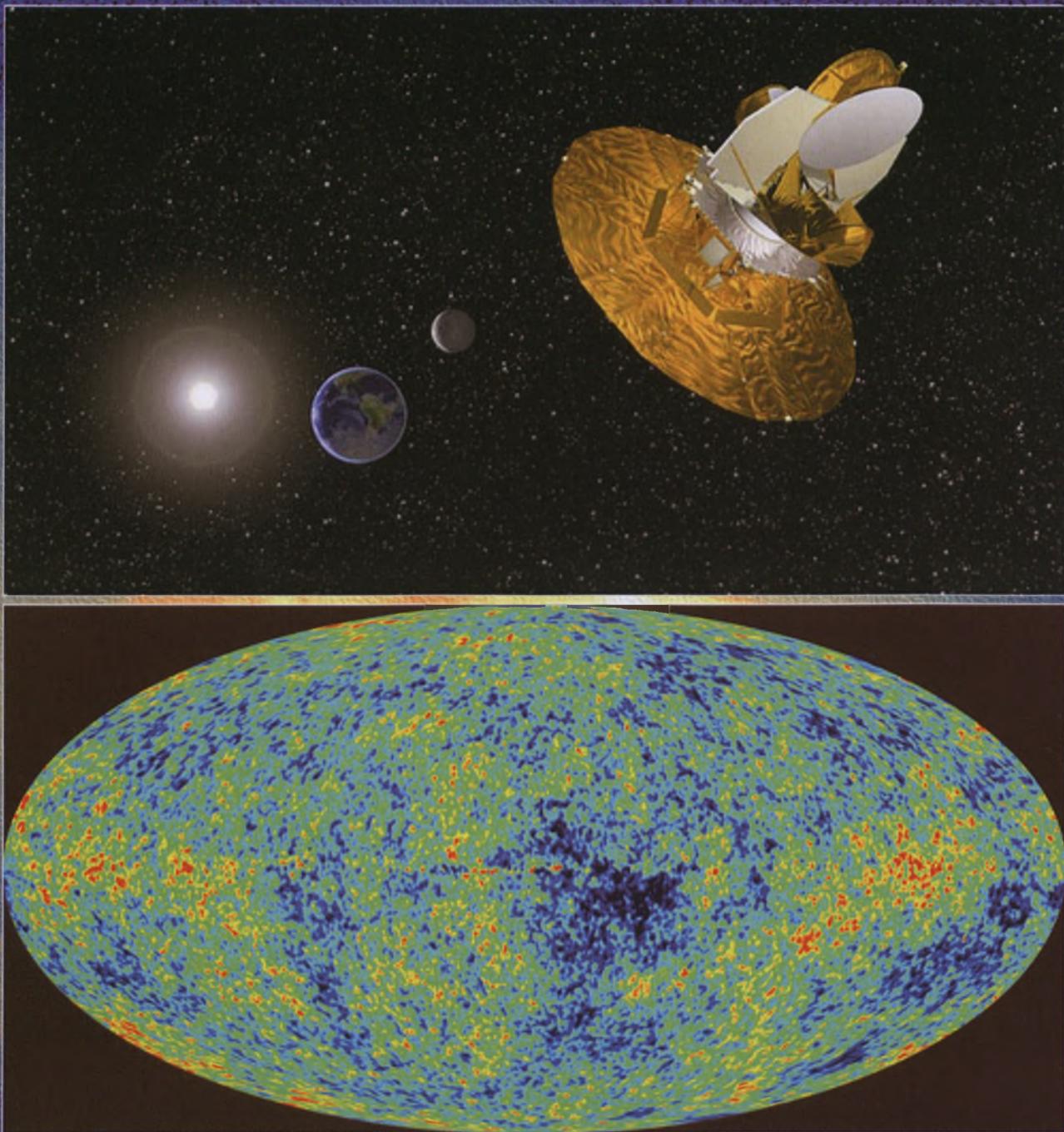
- Astronomia neutrinowa
- Jak Konrad Rudnicki został astronomem?
- Nieużyteczne satelity
- Uranografia fantastyczna

tom LXXIV

marzec—kwiecień



Mapa wczesnego Wszechświata



Oto obraz całego nieba w promieniowaniu mikrofalowym z niewidocznego okresu życia Wszechświata. To promieniowanie zostało wyemitowane ok. 380 000 lat po Wielkim Wybuchu. Powyższy obraz przedstawia mapę temperatury promieniowania tła mającego średnią temperaturę ok. 2,73 K. Widać tu drobne fluktuacje w postaci obszarów cieplejszych (plamki czerwone) i chłodniejszych (plamki niebieskie), a mierzone różnice temperatury są rzędu 0,00001 K. Fluktuacje te zawierają ogromne bogactwo wiedzy o Wszechświecie, przede wszystkim o tym, z jakiej materii się składa i jaka była historia jego rozwoju. Dzięki takim obrazom wiemy, że Wszechświat składa się w 4% ze zwykłej materii w postaci atomów, która jest budulcem wszystkich znanych nam ciał, w 23% z materii innego typu tzw. ciemnej materii, która nie zawiera ani protonów, ani neutronów, oraz w ok. 73% z zagadkowej ciemnej energii. Misja satelity WMAP, która dostarczyła w ciągu roku swej pracy zdjęcie, z których zdobytano powyższą mapę, przyniosła też określenie wieku Wszechświata na 13,8 mld lat oraz odkryła, że pierwsze gwiazdy po-

wstały z wodoru i helu już 200 mln lat po Wielkim Wybuchu, czyli setki milionów lat wcześniej niż do tej pory sądzono.

Sonda kosmiczna WMAP (Wilkinson Microwave Anisotropy Probe) opuściła Ziemię 30 czerwca 2001 r. i została ulokowana w tzw. punkcie Lagrange'a L2 układu Słońce-Ziemia, znajdującym się dokładnie po przeciwnej stronie Ziemi niż Słońce i odległym od Ziemi o 1,5 min km (100 razy bliżej Ziemi niż Słońce). Powyższy rysunek przedstawia satelitę na stanowisku obserwacyjnym: w tle widać Ziemię z Księżycem i Słońcem. Spodziewamy się, że stacja ta będzie gromadziła dane o Wszechświecie jeszcze przez 3 lata.

Dr Charles L. Bennett z NASA, koordynator badań przy pomocy tej stacji kosmicznej, powiedział: „Uchwyciliśmy dopiero co narodzony Wszechświat z doskonałą ostrością i przy pomocy tego portretu możemy opisać Wszechświat z niespotykaną dotąd precyzją. Uzyskane dane są pewną i zasobną kopalinią wiedzy o Wszechświecie”.

Fot. NASA

Wielce Szanowni i Drodzy Czytelnicy,

Kosmos pochłonął nowe ofiary — 1 lutego 2003 r., 16 min przed lądowaniem na przyłądku Canaveral, wchodząc do atmosfery ziemskiej, rozpadł się prom kosmiczny Columbia. Zginęła cała 7-osobowa załoga. To wielka tragedia dla Rodzin tych wspaniałych ludzi i olbrzymia strata dla całej społeczności astronomicznej. Z Rodzinami ofiar łączymy się w bólu po stracie najbliższych. Składamy wyrazy współczucia agencji kosmicznej NASA, która straciła bohaterską załogę i pojazd, który uważaliśmy za prawie doskonały i bezpieczny, a przy tym tak bardzo użyteczny w coraz pełniejszym poznawaniu otaczającego nas świata. Życzymy NASA odwagi i wytrwałości w poszukiwaniu przyczyn tej katastrofy oraz szybkiego wznowienia lotów. Oby wielka misja podboju Kosmosu już nigdy nie musiała być łączona z tak wielkimi ofiarami.



Niestety, często nieszczęścia chodzą parami. I tak 18 stycznia 2003 r. w ciągu kilku godzin spłonęło doszczętnie jedno z najstarszych i największych na południowej półkuli, a przy tym jedno z najbardziej zasłużonych dla nauki, Obserwatorium Astronomiczne na Mt. Stromlo koło Canberry w Australii. Pracujący tam astronomowie mieli zaledwie 20 min na ucieczkę przed huraganem ognia, który szalał wokół i pochłaniał wszystko, co napotkał po drodze. Spłonął budynek główny — mieszczący biura, pracownie astronomów i bibliotekę. Spłonęły teleskopy, spłonęły doszczętnie archiwum dokumentujące lata wykonywanych tam obserwacji, spłonął warsztat techniczno-optyczny z gotowym spektrografem do 8 metrowego teleskopu Gemini, spłonęły domy wielu astronomów. Straty materialne są oceniane na kilkadziesiąt milionów dolarów. Udało się obronić przed pożarem stojącą w pobliżu Canberry 64 m antenę Systemu Dalekiego Zasięgu (Deep Space Network) NASA, służącą do komunikowania się z międzyplanetarnymi sondami kosmicznymi. Współczujemy kolegom z Mt. Stromla, ślemy im wyraże naszej szczerej sympatii i wyrażamy gotowość pomocy w odbudowywaniu ich warsztatu pracy.

O obu tych katastrofach piszemy wewnętrz numeru.

Nasz zeszyt otwieramy artykułem Tadeusza Jarzębowskiego z Wrocławia o astronomii neutrinowej. Nagroda Nobla 1995 została przyznana za odkrycie (w 1956 r.) występowania w przyrodzie tych cząstek, a Nagroda Nobla 2002 właśnie za osiągnięcia naukowe uzyskane przez badanie neutrin pochodzących z ciał niebieskich. O laureatach tej ostatniej pisaliśmy w poprzednim zeszycie, a obecnie sięgamy jakby głębiej, do samej istoty i podstaw fizycznych tej dziedziny badań.

W bieżącym roku mija 80. rocznica powstania Polskiego Towarzystwa Astronomicznego. Z tej okazji poprosiliśmy kilku astronomów o podzielenie się z nami wspomnieniami. Konrad Rudnicki „astronomem był od zawsze”, więc postanowiliśmy Jego wypowiedź rozpocząć ten cykl. Ledwo się „narodził dla astronomii”, a już minęło 50 lat od Jego doktoratu! Konradzie, gratulujemy serdecznie!

Jerzy Dobrzycki i Jarosław Włodarczyk wydali uroczą książkę „Historia naturalna gwiazdozbiorów”. Drugi z Autorów, korzystając z wiedzy zdobytej w czasie pracy nad tą książką, w artykule „Uranografia fantastyczna” przypomina nam kręte i do dziś tajemnicze ścieżki nażywania nieba.

Szczególnej aktualności, wobec niedawnej katastrofy promu kosmicznego Columbia, nabrała notatka Piotra Manikowskiego, specjalisty w dziedzinie ubezpieczeń sprzętu i ludzi uczestniczących w lotach kosmicznych. Autor przybliża nam problemy finansowe i prawne, o których zwykle nie myślimy, gdy rozważamy zadania badawcze i kosmiczne drogi satelitów oraz stacji międzyplanetarnych.

W naszym „Elementarzu Uranii” dotarliśmy już do gorących, błękitnych obiektów klasyfikowanych jako gwiazdy typu widmowego B. Pisze o nich Krzysztof Rochowicz. Natomiast w „Astronomii w szkole” Juliusz Domański pokazuje, jak ważny jest problem wyznaczania odległości we Wszechświecie i jak można go przybliżyć w szkole, nie wychodząc poza możliwości ucznia. Widać, że do tego problemu trzeba podejść trochę inaczej, niż proponował młody Konrad Rudnicki.

W „Poradniku Obserwatora” Wiesław Skórzyński radzi, jak wykorzystywać cyfrowy aparat fotograficzny do zdjęć astronomicznych. W tym numerze porady dotyczą zastosowania projekcji okularowej i wykorzystania jej do zwiększenia efektywnej ogniskowej cyfrowych aparatów fotograficznych typu „kompakt”.

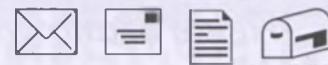
Grudniowe zaćmienie Słońca, widoczne jako całkowite w Afryce i w Australii, skusiło wielu polskich miłośników astronomii i naszych Czytelników do podjęcia trudu wielkiej wyprawy. Na kilku stronach przytaczamy relacje z ich wypraw i uzyskany przez nich plon.

Jak zwykle znajdziecie Państwo w tym numerze notatki o nowych odkryciach astronomicznych, kalendarzyk astronomiczny na maj i czerwiec, kącik muzyczny i krzyżówkę. Nie zabrakło wskazania ciekawych stron internetowych, jest także zaproszenie na zlot astronomiczny i letni obóz szkoleniowo-obserwacyjny.

Życzę Państwu pogodnych nocy i przyjemnej lektury.

Pozostaję z szacunkiem

Toruń, w lutym 2003 roku



Pan Piotr Wirkus, uczeń Liceum Ekologicznego w Łęborku, często pisze do nas listy, w których dzieli się swymi astronomicznymi radościami i troskami: tym, co i jak obserwował, czego dojrzeć nie mógł, w jakich konkursach uczestniczył i jakie w nich osiągnął sukcesy. A ma się czym chwalić, bo dostrzegł m.in. planetoidy, komety, zrobił ładne zdjęcia Księżyca. Za swe prace obserwacyjne dostał kilka nagród, m.in. od „Wiedzy i Życia”, „Dziennika Bałtyckiego”, „Głosu Pomorza”, a od własnej szkoły dofinansowanie pozwalające mu na udział w obozie astronomicznym „EURO-ASTRO 2002” w Beskidach. Gdańskie i słupskie gazety przeprowadziły z nim wywiady i kreśliły jego sylwetkę. Ale najważniejszą nagrodą za jego miłośnicze osiągnięcia obserwacyjne było stypendium, jakie otrzymał od Kuratorium Oświaty w następstwie zwycięstwa w Ogólnopolskim Młodzieżowym Seminarium Astronomicznym w Grudziądzu wiosną 2002 r. Za te pieniądze mógł spełnić parę marzeń: kupić ulubione książki i drobny sprzęt, zaprenumerować czasopisma itp. Gratulujemy Mu tych pięknych osiągnięć i życzymy, aby dalej z taką pasją, jak dotychczas, poznawał gwiazdiste niebo i starał się zrozumieć jego prawa.

A oto końcowy fragment jego ostatniego listu z 30 grudnia 2002 r.

Witam serdecznie Całą Redakcję i Szanownego Pana Andrzeja,

[...]

Mam nadzieję, że odpowiednie instytucje znacznie wspomogą „Uranie-Postępy Astronomii”. Wartość tego czasopisma jest ogromna, a dowodem na to mogą być np. wydarzenia związane z moją osobą. Jeśli „Uranie – Postępy Astronomii” prześlubiły się ukazywać, to nie wyobrażam sobie dalszego normalnego działania na polu astronomii. Gdyby „Urania-PA” w ogóle nie było, to nie wiem, jak by toczyło się moje życie. Dla mnie wystarczył dwuletni kontakt z „Uranią-PA”, a tak wiele udało mi się dokonać. Informacje zawarte w

tym czasopiśmie są wręcz bezcenne i pozwalają w pełni się rozwijać intelektualnie. Uważam, że naszemu Państwu powinno zależeć na rozwoju intelektualnym swych obywateli – chyba że ktoś pragnie, aby Polacy byli głupi, co widać już w telewizji – liczba programów popularnonaukowych ogromnie spadła. Gdzie się podziały takie programy, jak „Proton”, „Kwant” czy „Gwiazdy świecą nocą”? A co z telewizją edukacyjną? Gdzie jest „Łyk matematyki”, „Kuchnia” lub inne tego typu pożyteczne programy, na których jako dziecko rozwijalem się zainteresowania?

Z najlepszymi życzeniami w Nowym 2003.

Wierny czytelnik

Piotr Wirkus
Łębork

Szanowna Redakcjo,

Już od 4 lat jestem prenumeratorem Państwa czasopisma. Początkowo chciałem je mieć tylko ze względu na kalendarz astronomiczny. Dzięki niemu mogłam wiedzieć, co będzie widoczne na nocnym niebie. Bardzo chciałem też obserwować ruch księżyców Jowisza. (...) Dopiero niedawno zaczęłam gruntownie czytać nie tylko aktualne, ale i stare numery „Uranii-Postępów Astronomii”. I mogę powiedzieć, że żałuję, iż nie robiłam tego od samego początku. Każdy miłośnik astronomii może znaleźć tutaj coś dla siebie. Nawet jeśli nie rozumiem niektórych artykułów do końca, to mam jakąś wiedzę, której wcześniej nie miałam.

Mam aparat fotograficzny ZENIT, którym będę uczyć się robić zdjęcia dzięki Panu Wiesławowi Skórzyńskiemu i jego radom dla obserwatorów. [...] Byłoby dobrze, gdyby Pan Skórzyński napisał, jaka firma produkuje dobre teleskopy? Wiele osób chce kupić teleskop i kupują w ciemno, ponieważ nie mają pojęcia, która firma jest lepsza. Sama chciałabym kupić teleskop, ale nie chcę wydać pieniędzy na zły produkt...

Na ręce całej Redakcji pragnę złożyć serdeczne świąteczne życzenia.

Serdecznie pozdrawiam

Krystyna Jaskulska

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!

W tej rubryce zamieszczamy bezpłatnie ogłoszenia naszych Czytelników (do 250 znaków).

**Kupię
Sprzedam
Zamienię
Nawiążę kontakt...**

Kupię CIEKAWE, nagrane na kasę magnetofonową rozmowy o gwiazdach, czarnych dziurach, galaktykach, innych planetach, itp. Jerzy P., Box 160, 3441 Royken, Norwegia

Sprzedam teleskop o śr. 235 mm (Newton) na montażu azymalnym. Cena do uzgodnienia. Jarosław Pacak, Oś. XX-lecia 7/44, 34-100 Wadowice, tel. (0-33) 823 3673

Odstąpię tanio: oprawione roczniki „Uranii” 1973 i 1977-1990; książki: E.Rybka „Astronomia ogólna”, PWN 1975; S.Wierzbiański „Mechanika nieba”, PWN 1973; G.Ruppe „Wwiedienie w astronawtiku” t.II, Nauka 1971; B.Gabrynowicz, Gliwice, tel. (0-32) 232 2941

Puławski Oddział PTMA serdecznie dziękuje Zarządowi Jeleniogórskich Zakładów Optycznych za bezpłatne przekazanie nam sztuk optycznego z przeznaczeniem na wykonanie soczewek do budowanego przez nas sprzętu obserwacyjnego.

Red.: Serdecznie dziękujemy Pani za mile słowa na temat naszego pisma. Cieszymy się, że pomagamy w śledzeniu i rozumieniu różnych zjawisk na niebie. Nie możemy napisać wprost, która firma produkuje dobre, a która złe teleskopy, ale możemy wskazać, jakimi parametrami powinien się charakteryzować dobry teleskop. Zrobiliśmy to już piórem właśnie Wiesława Skórzyńskiego np. w „Poradniku Obserwatora” w nr 2/2002 r. Łatwy sposób szybkiego dojścia do tego poradnika są nasze strony internetowe: <http://urania.pta.edu.pl/poradnik.html>

Szanowna Redakcjo!

W ostatnich numerach URANII zauważałem kilka błędów, które poniżej przedstawiam.

Nr 5/2002 str. 200.

We wzorze $\Delta\Phi = (4GM/c^2)d$

brakuje znaku dzielenia lub kreski ułamkowej przed d, ponieważ wyrażenie w nawiasie należy przez d podzielić, a nie pomnożyć. Błąd ten występuje dwa razy.

str. 215. Zamiast nazwy 20000 Varuna powinno być chyba 2000 Varuna (dwa razy).

str. 230. Długość fali światła zielonego wynosi 0,000056 m, a w tekście podano 0,000056 (bez miana) — czy to jest dobrze?

Nr 6/2002 str. 256 (ramka). Jeżeli $E_2 = E_1 + E_p$, to nie może być $E_p = E_1 - E_2$.

Częstotliwość promieniowania rodnika OH wynosi 1612 MHz, a nie 1,6.

Red.: Bardzo przepraszamy PT Czytelników za przepuszczone błędy, a Panu Inżynierowi dziękujemy za wnikliwą i uważną lekturę naszego pisma.

dokończenie na s. 94.

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 „Postępu 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: 2000 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 Poligraficznno-Wydawniczy
POZKAL, Inowrocław

Dystrybucja:

Karolina Wojtkowska, CA UMK,
ul. Gagarina 11, 87-100 TORUŃ
tel. (0-56) 611 30 14
E-mail: urania@astri.uni.torun.pl

Prenumerata w roku 2003 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 lutym 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

52 *Astronomia neutrinowa*

Tadeusz Jarzębowski

Astronomia neutrinowa to nowa gałąź astronomii, której twórcy zostali uhonorowani Nagrodą Nobla w 1995 r. Rodziła się ok. 40 lat temu i już wtedy ten sam Autor pisał w „Uranii” o tym nowym sposobie zaglądania do wnętrza gwiazd („Urania”, sierpień 1961 r., s. 241). Neutrino są nacozymi świadkami zachodzących w centrum Słońca i gwiazd przemian jądrowych i dzięki nim dopiero w ostatnich latach przekonaliśmy się, że nasza wiedza o źródłach energii Słońca i gwiazd jest w pełni poprawna.

58 *Jak zostałem astronomem?*

Konrad Rudnicki

Z okazji przypadającego w tym roku 80. jubileuszu powstania Polskiego Towarzystwa Astronomicznego przeprowadzamy „wywiady” z astronomami, dla upamiętnienia różnorakich wydarzeń w polskim życiu astronomicznym i w życiu naszych rozmówców. Autor jest jednym z ciągle aktywnych seniorów wśród polskich astronomów i pierwszym powojennym magistrem astronomii w Polsce. W tym uroczym eseju wspomina swą drogę do astronomii oraz przybliża program i atmosferę studiów pierwszych powojennych lat.

63 *Nieużyteczne satelity*

Piotr Manikowski

Katastrofa Columbii czyni ten artykuł bardzo aktualnym. Zwykle nie myślimy o konsekwencjach finansowych i prawnych niedanych misji i katastrof kosmicznych. Autor przybliża nam ten problem i uświadamia, jak wielkie są zagrożenia zarówno dla „inwestora”, jak i „ubezpieczyтеля” w różnych rodzajach kosmicznej działalności człowieka.

66 *Uranografia fantastyczna*

Jarosław Włodarczyk

Trzeba było mieć wielką fantazję i bujną wyobraźnię, aby wśród różnych konfiguracji gwiazd dostrzec postacie legendarnych bóstw, zwierząt i innych postaci. Jak współczesne konstelacje były „składane” na niebie przez człowieka, ciągle pozostaje nie rozwiązana tajemnica. Piszą o tym Jerzy Dobrzański i Jarosław Włodarczyk w wydanej niedawno książce „Historia naturalna gwiazdozbiorów”, a jeden ze współautorów w interesującym eseju przybliża nam to zagadnenie.

w kolorze: Mapa wczesnego Wszechświata (okł. I); Galeria Uranii (wkl. I, IV; okł. III); STS-1 (wkl. II-III); NGC 7027 (okł. IV)

w skrócie: Io o zachodzie; Rodzina Urana (63); Pierwsze spojrzenie satelity Integral na Wszechświat w promieniach gamma (73); Najodleglejsza planeta (81); Nowe dowody na istnienie ciemnej materii; Asteroida 2002 AA39 (82); Odkryto dwie supermasywne czarne dziury w centrum Galaktyki (83);

elementarz Uranii: Typ widmowy B

astronomia w szkole: Wyznaczanie odległości we Wszechświecie

P.T. Miłośnicy Astronomii obserwują: Łowcy zaćmień

rozmaistości: Widzieliśmy po raz kolejny zaćmienie Słońca! (78); Tragiczny finał Columbii (79); Pożar na Mt. Stromlo (80)

recenzje: Luźne myśli po przeczytaniu książki Konrada Rudnickiego „Zasady kosmologiczne” (86); Historia naturalna gwiazdozbiorów (94)

poradnik obserwatora: Aparat cyfrowy w astrofotografii (cz. II – projekcja okularowa)

kalendzarz astronomiczny 2003: maj — czerwiec

astronomia i muzyka: Dźwiękowa podróż Voyagera

relaks z Uranią: krzyżówka

ciekawe strony internetowe

NA OKŁADCE

Obraz mgławicy planetarnej NGC 7027 pokazany na pierwszej stronie okładki jest uzyskany w świetle widzialnym przy pomocy Szerokokątnej Kamery Planetarnej (WFPC2) teleskopu kosmicznego Hubble'a w styczniu 1996 r. Widać na nim po raz pierwszy anatomię narodzin mgławicy: odrzucanie zewnętrznej otoczki przez gwiazdę następuje najpierw „na raty” (wielu koncentrycznych otoczek), a na koniec następuje „globalny” niesferyczny wybuch, tworząc jasny obszar centralny mgławicy. Ze tej materii kondensuje się gęsta chmura pylowa. W środku biały karzel jest ledwo widoczny. Zdjęcie powstało ze złożenia 3 obrazów uzyskanych w widzialnym i podczerwonym zakresie widma. Kolory są sztuczne. Fot. H. Bond i NASA

Główym nośnikiem informacji o ciałach niebieskich jest promieniowanie elektromagnetyczne. Przez całe wieki korzystaliśmy tu z wąskiego zakresu, z dziedziny widzialnej. Przyszedł czas, gdy w podręcznikach astronomii zaczęły pojawiać się nowe rozdziały, jak astronomia radiowa, rentgenowska czy gamma. Wiedza o Wszechświecie rosła, ale sposobu „zaglądania” do wnętrz gwiazd nie znaliśmy. Bezpośrednio stamtąd żadne fale elektromagnetyczne nie przybywały.

I oto jakieś czterdzieści lat temu taka możliwość zaczęła się rodzić. Powstaje obecnie nowy dział wiedzy: astronomia (czy też astrofizyka) neutrinowa. Tymi nośnikami informacji są neutrina, cząstki, które wylatują z samego centrum naszej gwiazdy — a które są „naocznymi świadkami” zachodzących tam przemian jądrowych. Problem tylko w tym, że bardzo trudno je złapać, by ... móc posłuchać, co „mówią” o miejscu swych narodzin. Ale sporo z nich udało się już przechwycić i zdążyły one potwierdzić, że nasza wiedza o przemianach jądrowych w Słońcu jest w pełni poprawna.

Neutrino to chyba najbardziej wyrafinowane spośród cząstek elementarnych. Kwarków nie sposób przeoczyć, jesteśmy z nich zbudowani, elektryny płyną w naszych żarówkach — natomiast setki bilionów neutrin przeszywa w ciągu każdej sekundy nasze ciało, a my nie jesteśmy tego świadomi

Astronomia neutrinowa

Słowo neutrino pochodzi z języka włoskiego; w wolnym przekładzie znaczyłoby „małe neutralne”. Data narodzin tych cząstek wiąże się z 4 grudnia 1930 r., ale były to narodziny wirtualne, na papierze. W dniu tym szwajcarski fizyk Wolfgang Pauli wysłał do kolegów list, w którym przedstawił argumenty wskażające na możliwość ich istnienia.

Ta koncepcja o neutrinach powstała w imię ratowania zasady zachowania energii — a ściślej — w związku z zakwestionowaniem stosownalności tego prawa w fizyce jądrowej. Wątpliwości te pojawiły się na gruncie tematyki promieniotwórczości, przy badaniu zjawiska rozpadu beta (spontaniczna emisja elektronu, ewentualnie pozytonu, z jądra atomowego). Mierzone energie emitowanych elektronów miały bowiem wartości niższe od oczekiwanej. I ta właśnie rozbieżność doprowadziła Pauliego do wysunięcia hipotezy, że wraz z elektronem wylatuje z jądra jeszcze jakaś inna cząstka, unosząca w sobie tę brakującą część energii. Zasada zachowania ładunku elektrycznego wymagała, by była to cząstka neutralna.

Przenikliwość neutrin jest niewyobrażalnie duża. Dla nich (wyjąwszy te najbardziej wysokoenergetyczne) takie obiekty jak Ziemia czy gwiazdy to ośrodkи przezroczyste. Może konkretny przykład. Z wyborem supernowej wiąże się olbrzymia emisja neutrin. W roku 1987 zjawisko takie zaobserwowałyśmy w sąsiedniej galaktyce, w Wielkim Obłoku Magellańskiego. W Japonii i USA galaktyka ta jest niewidoczna — znajduje się ona tam

stale pod horyzontem (deklinacja – 69°). A jednak w tych krajach neutrino z wybuchu zaobserwowano. Dla tych cząstek przebiegnięcie poprzez Ziemię nie stanowiło problemu.

Niels Bohr, twórca teorii budowy atomu wodoru, założył się z Paulim, że neutrino nigdy nie zostaną odkryte, ale... przegrał zakład. W kwietniu wieku późnej, w roku 1956, Frederick Reines i Clyde Cowan z USA potwierdzili doświadczalnie istnienie tych hipotetycznych cząstek. Prawo zachowania energii pozostało niekwestionowalne.

Minęły jednak aż cztery dziesięciolecia, zanim Królewska Szwedzka Akademia Nauk ten fakt uhonorowała (dożył tylko F. Reines). Była to pierwsza Nagroda Nobla dotycząca tematyki neutrin. Ale zaledwie siedem lat później, w roku 2002, neutrino stawały ponownie na podium — tą zaszczytną nagrodę wręczano dwom badaczom za osiągnięcia w dziedzinie szybko rozwijającej się nowej dziedziny wiedzy, astrofizyki neutrinowej. Byli to Raymond Davis Jr. z USA i Masa-Toshi Koshiba z Japonii (na rys. 1 kopia tytułu znamiennej publikacji Laureata).

O możliwościach obserwacji neutrin wysyłanych przez ciała niebieskie zaczynano mówić już przed około czterdziestoma laty. Lista obserwatorów neutrinowych — aktualnie czynnych, tych które zaprzestały już działalności, jak też będących w trakcie budowy — zawiera już około 25 pozycji. Urządzenie, określone mianem „teleskop neutrinowy”, w niczym nie przypomina jednak znanych nam instrumentów o nazwie teleskop. To na ogół olbrzymi, wypełniony jakąś sub-

stancją zbiornik; bywa otoczony tysiącami fotopowielaczy. Właściwszą nazwą jest tu detektor neutrin. Przyzwyczailiśmy się, że teleskopy znajdują się tam, skąd widać niebo i ciała niebieskie. A tymczasem detektory neutrin umieszczone są pod powierzchnią Ziemi czy też w lodzie. (Taka lokalizacja jest konieczna, by zredukować do minimum wpływ promieniowania kosmicznego).

Przykłady:

Najpotężniejszy z dotychczasowych detektorów neutrin — **Superkamiokande** — znajduje się w kopalni cynku w Japonii, 1 km pod powierzchnią Ziemi. Jest to zbiornik w kształcie walca o wysokości i średnicy około 40 m (pojemność, powiedzmy, katedry). Zawiera on 32 tys. ton wody, plus 18 tys. ton jako osłona przed zakłóceniami. Zjawiska rejestruje tu 11200 fotopowielaczy.

Najnowszy **Sudbury Neutrino Observatory** — detektor, który najbardziej przysłużył się do rozwiązywania problemu neutrin słonecznych — mieści się w kopalni niklu w Kanadzie na głębokości 2 km. Zaś w tunelu pod Alpami pracuje **Gallex**. Natomiast będący jeszcze w stadium próbnym **Amanda** (*Antarctic Muon and Neutrino Detector Array*) to już Antarktyda i zupełnie inny typ detektora. Aparatura rozmieszczana jest tam w lodzie, na głębokości od 1500 do 2000 m. Przewiduje się rozbudowę tego urządzenia do rozmiarów 1 km³. Wreszcie w planie jest też budowa podwodnego detektora o powierzchni 1 km².

Do tematyki obserwacyjnej powrócimy w punktach 3 i 4, tymczasem trochę fizyki i astrofizyki.

Tabela 1. Leptony

	Nazwa	Rok odkrycia	Symbol	Ładunek elektr. (e)	Czas życia (s)	Masa (eV / cm ²)
Generacja elektronowa	Elektron	1897	e ⁻	-1	trwały	5,11 × 10 ⁵
	Neutrino elektronowe	1956	ν _e	0	trwałe	-0,1?
Generacja mionowa	Mion	1936	μ ⁻	-1	2,2 × 10 ⁻⁶	1,06 × 10 ⁸
	Neutrino mionowe	1962	ν _μ	0	trwałe	
Generacja taonowa	Tau (tauon)	1977	τ ⁻	-1	2,9 × 10 ⁻¹³	1,78 × 10 ⁹
	Neutrino tau taonowe	2000	ν _τ	0	trwałe	

Szóstka leptonów. Wraz z antycząstkami jest ich 12. Każdej cząstce odpowiada antycząstka mająca taką samą masę i czas życia, ale odwrotny znak wszystkich liczb kwantowych (jak np. ładunek elektryczny). Dane z ostatnich dwóch kolumn odnoszą się więc również i do antycząstek; ich symbole to: e⁺ (pozyton), μ⁺, τ⁺, zaś antyneutrino ν_e, ν_μ, ν_τ. W fizyce jądrowej energię E wyraża się w elektronowoltach, 1 eV = 1,602 × 10⁻¹⁹ dżuli. A skoro E = mc², to masy wyrażane są w jednostkach eV/c² (często pisze się tu tylko eV)

1. Leptony

Do cząstek prawdziwie elementarnych, tj. nie mających struktury wewnętrznej, zaliczamy dziś leptony i kwarki, jak też bozony pośredniczące w oddziaływaniach. Nas interesują tu tylko leptony¹, gdyż do tej właśnie grupy należą neutrina.

Dane o leptonach w tab. 1.

Jak widać, wymieniona tam szóstka cząstek składa się z trzech, wyraźnie odróżniających się par. W skład każdej z nich wchodzi cząstka nałożowana oraz jej „partner”, tj. odpowia-

dającą jej neutrino. Pary te nazywamy generacjami². Są to: generacja elektronowa, mionowa i taonowa. Występują między nimi wyraźne różnice w masach oraz czasie życia.

Znamy zatem trzy rodzaje neutrin: elektronowe, mionowe i taonowe. Jak wskazują na to najnowsze badania, występuje tu tzw. zjawisko oscylacji, to jest przechodzenie neutrin jednej generacji w neutrina innej generacji. Będzie o tym mowa w punkcie 4.

2. Gwiazdy źródłem neutrin

Najwięcej neutrin dociera do nas ze Słońca. Cząstki te to uboczny produkt zachodzących w jego wnętrzu przemian jądrowych. Ale podówczas, kiedy kiełkowała koncepcja ich istnienia, nie było to tak oczywiste; mechanizm świecenia Słońca i gwiazd stanowił jeszcze duży znak zapytania. Dopiero dekadę później, w roku 1939, amerykański fizyk niemieckiego pochodzenia, Hans Bethe, przedstawił pierwszą

日本の物理

OBSERVATIONAL NEUTRINO ASTROPHYSICS

Pioneering measurements of the solar neutrino flux and detailed observations of the neutrino burst from SN1987a and of solar boron-8 neutrinos have signaled the birth of observational neutrino astrophysics.

Masa-Toshi Koshiba

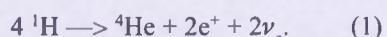
Rys. 1. Kopia z miesięcznika Physics Today, Dec. 1987

¹ Słowo lepton pochodzi z języka greckiego, λεπτός = drobny.

² Używany jest też termin „zapach”, co oznacza, że dana generacja wyróżnia się właściwością, nazywaną zapachem.

teorię reakcji termojądrowych mogących zachodzić w Słońcu (Nagroda Nobla, 1967).

Źródłem energii emitowanej przez Słońce jest przemiana wodoru w hel. Główny jest tu cykl proton—proton, niewielką rolę odgrywa też cykl węglowoazotowy. Dla obu cykli bilans końcowy jest ten sam: z czterech jąder wodoru powstaje jądro helu, ulegają anihilacji dwa pozytony i ulatują dwa neutriny elektronowe



Najistotniejszy jest fakt, że z przemianą tą wiąże się ubytek masy. Masa jądra helu jest mniejsza od sumy mas składników, z którego ono powstało. I w tym tkwi właśnie cała tajemnica źródła energii: Słońce świeci na koszt swej masy. Wyemitowana energia jest równoważna temu ubytkowi masy (w myśl wzoru Einsteina $E = mc^2$).

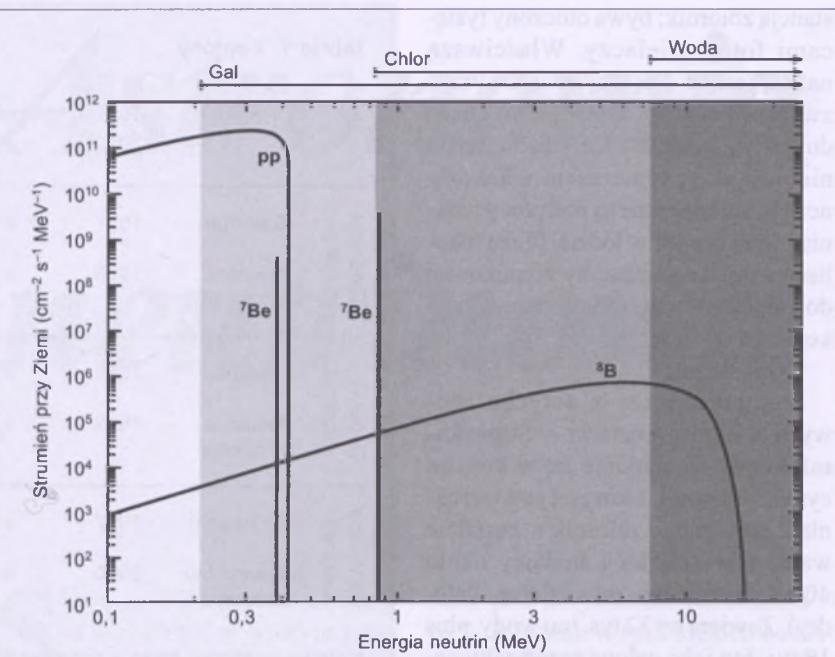
Obliczmy, ile tych neutrin ulatuje ze Słońca w ciągu każdej sekundy. Rachunek jest bardzo prosty.

Masa jądra helu jest mniejsza od masy czterech jąder wodoru o $4,8 \times 10^{-29}$ kg. Odpowiada temu energia $4,3 \times 10^{-12}$ dżuli.

Z taką więc porcyjką wyprodukowaną przez Słońce energii wiąże się emisja dwóch neutrin — a zatem z jednym neutrinem: $2,15 \times 10^{-12}$ dżuli. Skoro zaś nasza gwiazda emmituje $3,8 \times 10^{26}$ dżuli na sekundę, to z podzielenia wynika natychmiast, że w ciągu każdej sekundy wylatuje ze Słońca około 2×10^{38} neutrin. Po ośmiu minutach przecinają one powierzchnię kuli o promieniu jednej jednostki astronomicznej (3×10^{27} cm 2). Przez każdy centymetr kwadratowy tej kuli — a więc np. przez nasze oko — przelatuje w ciągu każdej sekundy około 6×10^{10} neutrin!

Jest to wartość olbrzymia. Rozpatrując możliwości detekcji tych cząstek, należy znać ich energię³. Zależy to od przemiany jądrowej, w trakcie której te neutriny powstały. Dane dla głównych reakcji cyklu proton-proton podane są w tab. 2 oraz na rys. 2. Są to wartości teoretyczne, oparte na Standardowym Modelu Słońca.

³ Nasuwa się tu analogia do fal elektromagnetycznych. Energia kwantów światłowych różni się np. od rentgenowskich — stąd inna jest technika ich obserwacji.



Rys. 2. Rozkład energii neutrin słonecznych, emitowanych w trzech przemianach jądrowych (wymienionych w tabeli 2). W górnej części zaznaczono granice czułości detektorów z galem, chlorem i wodą

Jak widać, zdecydowanie największą energię neutrin powstaje przy syntezie deuteru (przemiana pp), ale ich energie są najwyższe. Najbardziej wysokoenergetyczne pojawią się natomiast w trakcie rozpadu boru 8; ta przemiana dostarcza ich jednak najmniej. W obu tych przypadkach widmo energii jest widmem ciągłym. Coś odmiennego przedstawia natomiast przemiana berylu 7; jest to wychwyt elektronu z orbity okołojądrowej, co pociąga za sobą emisję neutrin o dwóch ścisłe określonych wartościach energii. Jest tu zatem widmo liniowe (rys. 2).

3. „Polowanie” na neutrino

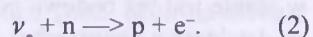
U podstaw działania detektora neutrin leży oddziaływanie tych cząstek z materią — a stanowi to oczywiście nie lada problem, gdyż „nie przejawiają one nadmiernego entuzjazmu w tym kierunku”. Cząstki te ignorują bowiem oddziaływanie silne oraz elektromagnetyczne, zaś grawitacyjne ma tu małe znaczenie. W grę wchodzą więc w zasadzie tylko oddziaływanie słabe, których głównym przykładem jest wspominany już rozpad beta. (Zresztą, sama idea istnienia neutrin narodziła się przecież na tym właśnie gruncie).

W zależności od metody wykrywania, funkcjonujące detektory neutrin

można podzielić na dwie grupy. W pierwszej stosuje się metody radiochemiczne, w drugiej (nazywanej też „aktywną”) tym głównym zjawiskiem fizycznym jest promieniowanie Cerenkowa.

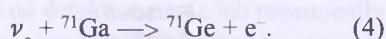
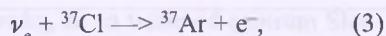
a) Metoda radiochemiczna

Podstawową reakcją jest tu odwrotna przemiana beta: pod działaniem neutrina elektronowego neutron (n) przechodzi w proton (p) i wyzwala się elektron



Drobny komentarz. Neutron swobodny jest cząstką nietrwałą, ulega on procesowi rozpadu beta (na proton, elektron i antyneutrino elektronowe); średni czas jego życia „na wolności” wynosi 15 minut. Ale neutrony związane — tj. wchodzące w skład jąder atomowych — są trwałe, nie rozpadają się. Przemiana (2) dotyczy neutronów związanych. Pod działaniem neutrina jeden z neutronów jądra przechodzi w proton, powstaje więc jądro o wyższej liczbie protonów — czyli inny, kolejny pierwiastek z układu okresowego. Oczywiście liczba masowa, tj. suma neutronów i protonów, pozostaje w tym jądrze niezmieniona.

Dwa przykłady takich właśnie odwrotnych przemian beta, wykorzystywanych dotychczas w detektorach:



Powstające pod działaniem neutrin argon i german są izotopami radioaktywnymi o okresach połowicznego rozpadu odpowiednio 34 i 11 dni. Miarą przechwyconych neutrin jest tu oczywiście liczba wytworzonych radioaktywnych izotopów.

Aby mogła zajść przemiana (3), energia neutrina winna przekraczać 0,81 MeV; natomiast dla przemiany (4) ten próg czułości leży dużo niżej — 0,23 MeV (zaznaczono to na górze rys. 2). Z danych w tab. 2 wynika więc, że detektor z chlorem reaguje tylko na neutrina z tej najmniej licznej grupy boru 8 (jak też ewentualnie z linii 0,86 MeV). Natomiast gdy w zbiorniku jest gal, można wyłapywać również i niskoenergetyczne neutrina z przemiany pp.

Na bazie chloru działał od roku 1967 najstarszy i najbardziej zasłużony detektor neutrin słonecznych; znajduje się on półtora km pod powierzchnią Ziemi w kopalni złota w Homestake (Południowa Dakota, koło Lead, USA). Realizatorem tego przedsięwzięcia, jak też pionierem w dziedzinie obserwacji neutrin, był wspomniany ubiegłorocznny laureat Nagrody Nobla, Raymond Davis. Ową tarczę, przez którą przelatywały neutrina, stanowiło tu $2,16 \times 10^{30}$ atomów chloru, zawartych w 615 tonach środka czyszczącego C_2Cl_4 . Otóż stopień „niechęci” neutrin do oddziaływania z materią dobrze ilustruje fakt, że spośród tych 10^{30} atomów chloru przemiana jednego z nich w argon zachodziła średnio co 50 godzin⁴. Na rysunku 3 przedstawiono zestawienie wyników uzyskanych przez Davisa w latach 1970—1995.

Detektory radiochemiczne reagują tylko na neutrina elektronowe i pozwalają w zasadzie określić jedyne liczby reagujących cząstek. Brak tu informacji o ich energii, jak też o dokładnym czasie zajścia reakcji. Ponadto — co bardzo niekorzystne — nie ma tu moż-

⁴ W świetle tych danych obserwacyjnych bardziej zrozumiałą może być definicja SNU — *solar neutrino unit* — jednostki wskazującej na szybkość wychwytu neutrin w danym detektorze. 1SNU oznacza 10^{-36} reakcji na atom na sekundę.

Tabela 2. Wartości energii i strumieni neutrin słonecznych

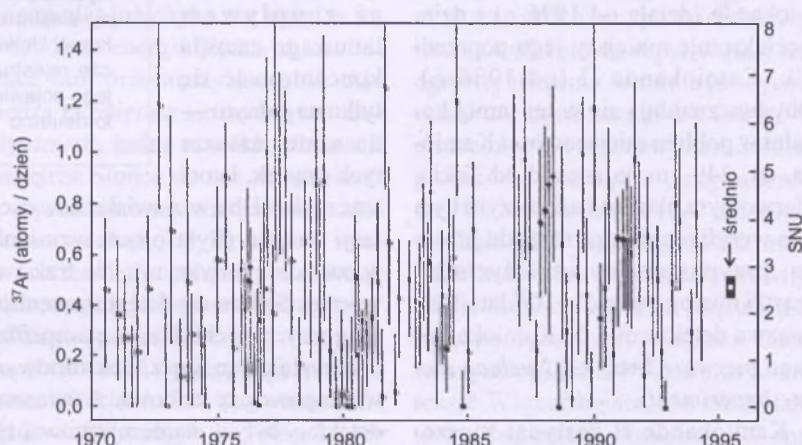
Przemiana jądrowa	Symbol przemiany	Energia (MeV)	Strumień przy Ziemi ($\text{cm}^{-2} \text{s}^{-1}$)
${}^1\text{H} + {}^1\text{H} \rightarrow {}^2\text{H} + e^+ + \nu_e$	pp	0—0,4	6×10^{10}
${}^7\text{Be} + e^- \rightarrow {}^7\text{Li} + \nu_e$	${}^7\text{Be}$	0,86 (90%) 0,38 (10%)	5×10^9
${}^8\text{B} \rightarrow {}^8\text{Be} + e^+ + \nu_e$	${}^8\text{B}$	0—15	5×10^6

liwości określenia kierunku, z którego one przybyły. Brak więc bezpośredniego potwierdzenia, że obserwowane neutrina pochodzą ze Słońca.

b) Detektory wodne (Czerenkowa)

Ta metoda jest oparta na wykorzystaniu zjawiska promieniowania Czerenkowa⁵. Emisja tego promieniowania występuje wówczas, gdy przez materię przebiega cząstka naładowa-

Jest to promieniowanie elektromagnetyczne z zakresu widzialnego (barwa niebieskawa). Geometria emisji przedstawia się tu dość osobliwie: promieniowanie wysyłane jest bowiem wzdłuż tworzących stożka, którego osa pokrywa się z kierunkiem ruchu tej cząstki naładowanej. Na otaczającym zewnętrznym ekranie emisja ta ujawni się zatem w postaci pierścienia światlnego.

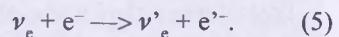


Rys. 3. Detektor w Homestake. Przemiana chloru w radioaktywny argon. Wyniki 25 lat obserwacji

na, której prędkość jest większa od prędkości rozchodzenia się światła w tym ośrodku. Tak więc np. jeżeli w wodzie porusza się elektron z prędkością, powiedzmy 250 tys. km/s, pojawi się emisja Czerenkowa, jako że prędkość światła w wodzie wynosi tylko 225 tys. km/s.

Wracając do tematu o detektorach, zauważmy, że skoro w tej metodzie występuje promieniowanie, które ma się rozchodzić i być rejestrowane, to ośrodek, w którym to się dzieje, winien być dla tego promieniowania przezroczysty. Warunek taki spełnia woda.

W tego typu detektorach neutrina oddziałują więc z molekułami wody, pojawiają się relatywistyczne elektrody. Zachodzącą tu reakcję zapiszemy



W języku fizyki jest to rozpraszanie cząstek; ich liczba i rodzaj nie ulega tu zmianie, a jedynym skutkiem od-

działywania jest przekazywanie pędu i energii, zachodzące między zderzającymi się cząstками. Pod działaniem neutrina elektron może osiągnąć wystarczająco dużą prędkość, by mogła nastąpić emisja promieniowania Czernkowa. Co zaś tu bardzo istotne, elektron ten ma tendencję do poruszania się w tym samym kierunku, w jakim biegło neutrino (rys. 4).

Metoda bazująca na zjawisku Czernkowa dostarcza znacznie więcej informacji niż radiochemiczna. Miejsce położenia pierścienia świetlnego wskazuje na kierunek, z jakiego przybyło neutrino, a moment rozbłysku podaje czas zjawiska; można też wy ciągać wnioski co do energii neutrina. Co się zaś tyczy zakresu czułości detektorów wodnych, to — jak zaznaczono na rys. 2 — rejestrują one jedynie neutrina z przemiany boru 8, te o energii powyżej 7,5 MeV.

Dwa tego typu detektory pracują w Japonii: wspomniany już Superkamiokande (działa od 1996 r.) i dziesięciokrotnie mniejszy jego poprzednik, Kamiokande II (od 1986 r.). Obydwa znajdują się w tej samej kopalni w pobliżu miejscowości Kamioka, ok. 240 km na zachód od Tokio. Pierwotnym planem badawczym była tam weryfikacja teorii rozpadu protona; przypuszczalny czas życia tej cząstki miałby być rzędu 10^{32} lat. (Stąd i nazwa detektorów: do Kamioka dano pierwsze litery od *Nucleon Decay Experiment*).

Kamiokande II zasłynął z przechwycenia 12 neutrin od supernowej z roku 1987 (jest to — jak dotąd — jedyny poza Słońcem obiekt, „ujrzały w świetle neutrinowym”). Dwa lata później za pośrednictwem tego detektora wykazano, że obserwowane neutrino są rzeczywiście neutrinami słonecznymi; stwierdzono bowiem wyraźny nadmiar zdarzeń skorelowanych z kierunkiem od Słońca. Fakt ten potwierdził też później i Superkamiokande.

4. Koniec „problemu neutrin słonecznych”.

Zjawisko oscylacji

Przez dobrze czwierć wieku obserwatorzy neutrin nie mogli spać spokojnie, gdyż gnębił ich problem deficytu tych cząstek. Detektory wyłapywały je, ale było ich wyraźnie mniej niż

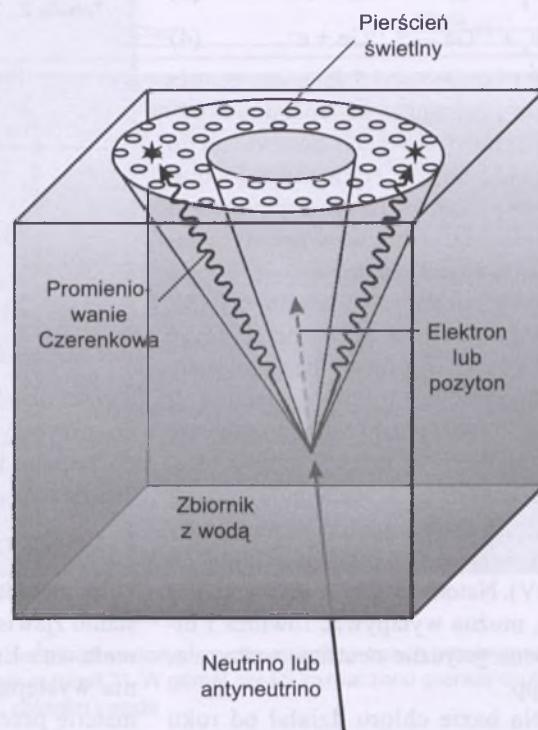
należało oczekiwac w myśl danych teoretycznych. Niezgodności te zilustrowane zostały graficznie na rys. 5. Są tam zebrane wszystkie ówczesne obserwacje neutrin słonecznych, wykonywane trzema typami detektorów — bazujących na chlorze, galu i wodzie. Dla porównania wartość przewidywana dla danej reakcji.

W czym istota tej niezgodności? Na opisywanie tego zużyto wiele atrymentu, rozpatrywane były różne aspekty problemu, aż z upływem lat uwaga zaczęła koncentrować się tylko na jednym — na samej naturze tych cząstek. Istota

rzeczy tkwiłaby w zjawisku tzw. oscylacji neutrin (była o tym wzmianka w punkcie pierwszym). Na trasie od wnętrza Słońca do detektora neutrino mogłyby przechodzić metamorfozę, przekształcając się z elektronowych w mionowe czy taonowe. A ówczesne detektory były w stanie rejestrować tylko te pierwsze, elektronowe.

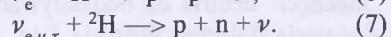
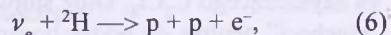
Dziś nie ma już wątpliwości co do tego, iż taka była właśnie przyczyna owych rozbieżności. Do rozwikłania problemu przyczynili się głównie Kanadyjczycy, dzięki oddaniu do użytku w roku 1999 wspomnianego Sudbury Neutrino Observatory (rejon Wielkich Jezior, koło miasta Sudbury). Ten detektor pracuje na ciężkiej wodzie (której molekuła składa się z atomu tlenu i dwóch atomów ciężkiego wodoru, ^2H). Główny zbiornik zawiera tysiąc ton tej ciężkiej wody i otoczony jest siedmioma tysiącami ton wody zwykłej.

Otoż ciężki wodór (deuter) stanowi doskoną tarczę do wyłupywania neutrin. Prawdopodobieństwo reakcji z neutrinami jest tu dużo większe i — co najważniejsze — możliwe są też



Rys. 4. Detektor wodny. Neutrino wyzwała relatywistyczny elektron, występuje emisja promieniowania Czernkowa. Umieszczone na zewnątrz zbiornika fotopowielacze rejestrują rozbłysk w kształcie pierścienia. Miejsce jego pojawienia się zależy od kierunku, z jakiego przybyło neutrino

oddziaływaniami z neutrinami mionowymi i taonowymi. Wszystkim trzem generacjom neutrin dana jest tu szansa rozszczepiania jądra deuteru na jego składniki — proton i neutron. Podstawowe w tej metodzie są dwie reakcje



Jak widać z indeksów, tę pierwszą przemianę mogą wywołać tylko neutrino elektronowe, natomiast ta druga może zajść pod działaniem wszystkich trzech rodzajów neutrin (no i z takim samym prawdopodobieństwem).

Funkcjonujący na wodzie ciężkiej detektor stwarza zatem nowe możliwości badawcze, w szczególności pozwalać dać odpowiedź na to kluczowe pytanie dotyczące zjawiska oscylacji. Rozumowanie jest tu następujące. Z wnętrza Słońca wylatują tylko neutrino elektronowe. Gdyby docierały one do naszego detektora w niezmienionej postaci, liczba przechwyconych neutrin via reakcja (6) i (7) winna być podobna. Ale jeżeli za pośrednictwem tej drugiej wykrywać ich się będzie więcej, byłoby to jednoznaczna wska-

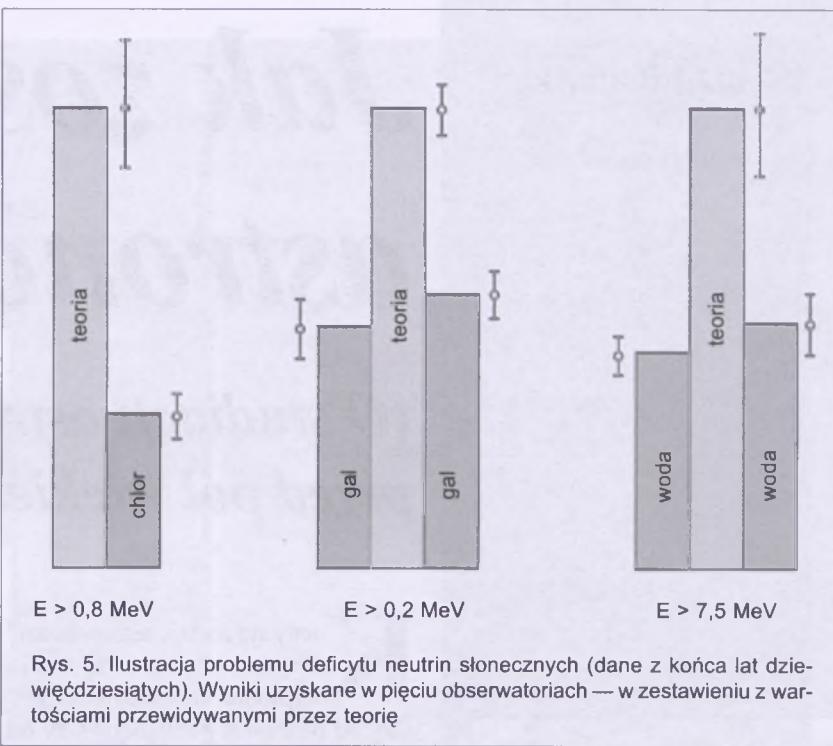
zówką, że na trasie od centrum Słońca do detektora część ich przemieniła się w neutrina innej generacji (czy też, jak tu mówią fizycy, zmieniła „zapach”). Otóż taki właśnie obraz ukazywały wyniki uzyskane w Sudbury.

Rezultaty tych obserwacji opublikowane zostały w „Physical Review Letters” z 1 lipca 2002 r. Dotyczyły one badań prowadzonych w latach 1999–2001. Stwierdzono, że strumień neutrin elektronowych stanowi tylko 50% strumienia neutrin nieelektronowych. A skoro tych drugich Słońce nie produkuje, wniosek stąd jednoznaczny, że na drodze do detektora dwie trzecie neutrin elektronowych przeobraziło się w mionowe i taonowe.

A zatem wszystko już się zgadza! Z danych na rys. 5 wynika, że stwierdzano średnio około 50-procentowy deficyt. Detektor z Sudbury te brakujące 50% obecnie odnajduje — tylko pod przeobrażoną postacią neutrin nieelektronowych. Żadnego problemu deficytu neutrin więc nie ma, wszystko wyjaśnia zjawisko oscylacji⁶.

I jeszcze drugi, równie ważki wynik tych badań. Przemiana jądrowa (7) dotyczy neutrin wszystkich trzech generacji. Tak więc strumień cząstek uzyskany na drodze tej reakcji wskazuje na łączną, całkowitą ich liczbę. Biorąc pod uwagę prawdopodobieństwo zajścia tej przemiany, na strumień neutrin przy Ziemi otrzymano $(5,09 \pm 0,4) \times 10^6 \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$. Ze spojrzenia na tab. 2 (przemiana boru 8) wynika, iż następuje tu pełna zgodność z danymi teoretycznymi.

⁶ Temat oscylacji neutrin występował też ostatnio i w badaniach geofizycznych. Chodzi o neutrina powstające w wyniku oddziaływania promieniowania kosmicznego z atmosferą ziemską. Pod wpływem wysokoenergetycznych protonów powstają tu ulewy cząstek, pojawiają się miony, neutrina mionowe, jak też elektronowe. Ale coś się tu nie zgadza, bo mionowych wyraźnie brakuje. Inny dylemat tego typu ujawnił Superkamiokande. Prowadzono tam obserwacje neutrin mionowych, przybywających z dwóch przeciwnie skierowanych kierunków — tych „z góry”, jak też tych „z dołu”, których droga wiodła przez wnętrze Ziemi. Powinno ich być tyle samo — a tymczasem tych z antypodów rejestrzano o blisko połowę mniej. Otóż specjalisci uważają, iż następuje tu metamorfoza, że neutrina mionowe przechodzą w taonowe — a tych Superkamiokande nie rejestruje.



Rys. 5. Ilustracja problemu deficytu neutrin słonecznych (dane z końca lat dziesiętnych). Wyniki uzyskane w pięciu obserwatoriach — w zestawieniu z wartościami przewidywanymi przez teorię

Zgodność ta niewątpliwie cieszy. Dzisiaj nikt już chyba nie wątpi w to, że źródłem energii Słońca są zachodzące tam przemiany jądrowe. Ale wiedza ta opierała się na danych teoretycznych, żadne nośniki informacji z wnętrza Słońca do nas nie docierały. Życiodajne promieniowanie słoneczne przekazuje tylko dane o warstwach zewnętrznych, nic nie mówiąc o tym, co dzieje się wewnętrz.

Bezpośrednia informacja stamtąd zaczęła docierać dopiero teraz, po opanowaniu techniki nawiązywania kontaktu z neutrinami — no i dane teoretyczne są w pełni potwierdzane.

Kończąc, jeszcze parę zdań dotyczących bohaterów tego artykułu. Neutrina były traktowane dotąd raczej jako cząstki bezmasowe. Obecnie sytuacja się zmienia. *Condicio sine qua non* występowania zjawiska oscylacji jest posiadanie pewnej masy spoczynkowej. A skoro neutrina słoneczne, tak jak i te atmosferyczne, zjawisko to ujawniają, pewną masę należy im przypisać. Jak wielką — na odpowiedź trzeba tu będzie poczekać. Pierwsze przymiarki wskazują, że byłyby to małe wartości rzędu milionowej masy elektronu — a więc w pobliżu 1 eV/cm^2 , to jest jakieś 10^{-36} kg — a może jeszcze mniejsze. Niby to znakomo mało, ale neutrino we Wszechświecie jest mnóstwo. Produkują je gwiazdy, a winno istnieć i tło neutrino.

nowe, pozostałość (tak jak promieniowanie reliktowe) po Wielkim Wybuchu. Sądzi się, że w pierwotnej kuli ognistej neutrino winny być wytworzane tak samo często jak fotony — a zatem winny przewyższać sumę protonów i neutronów o czynnik rzędu 10^9 . Masa protonu (czy neutronu) to około 10^{-27} kg ; przyczyną masy neutrin mógłby więc być porównywalny do masy ciężkich cząstek (barionów). Masę neutrin należy zatem teraz uwzględnić w sumarycznej masie Wszechświata, ale nie byłaby to wartość na tyle duża, by mieć znaczący wpływ na obecne problemy w kosmologii.

Literatura:

- Świat Nauki, paźdz. 1998, s. 10; paźdz. 1999, s. 48.
- Delta 1998, nr 9, s. 9; 1999, nr 2, s. 4; 2002, nr 7, s. 7; 2003, nr 1, s. 12.
- Urania 1992, nr 9, s. 265; 1998, nr 4, s. 148.
- Nature 4 May 1995, s. 29.
- Physics Today July 1996, s. 30; August 1998, s. 17.

Tadeusz Jarzębowski jest emerytowanym docentem astronomii, który prawie całe swoje życie naukowe spędził na Uniwersytecie Wrocławskim. O astronomii neutrinowej pisał pierwszy raz w „Uranii” w sierpniu 1961 r. na s. 241

Jak zostałem astronomem

(O studiach astronomicznych przed pół wiekiem)



Konrad Rudnicki piastujący lwa na łonie. Rok 1936. W tym czasie opracowywał metodę pomiaru odległości Księżyca od Ziemi

Kiedy się zostaje astronomem? Czy od chwili otrzymania dyplomu uniwersyteckiego? Czy od pierwszej publikacji? Czy od pierwszego poważnego spojrzenia na niebo? Można dyskutować...

Od kiedy ja jestem astronomem? Chyba byłem nim od zawsze. Moi rodzice opowiadali, że mając cztery lata, na pytanie kim będę, odpowidałem już nieodmiennie — astronomem. Mój brat Kazimierz, zmarły przed moim urodzeniem, pozostawił po sobie lunetę ze starego niwelatora, atlasik astronomiczny M.Arcta i kilka nakreślonych własnoręcznie mapek nieba. Dużo w domu opowiadano o bracie, jaki był mądry, zdolny i dobry. Moim nieśmiały marzeniem było dorównać bratu. Odnosiłem się z szacunkiem do pozostawionych przez niego książek, instrumentów i notatek. Czułem się szczęśliwy, gdy w miarę jak roslę, coraz więcej pozwalano mi z nich korzystać.

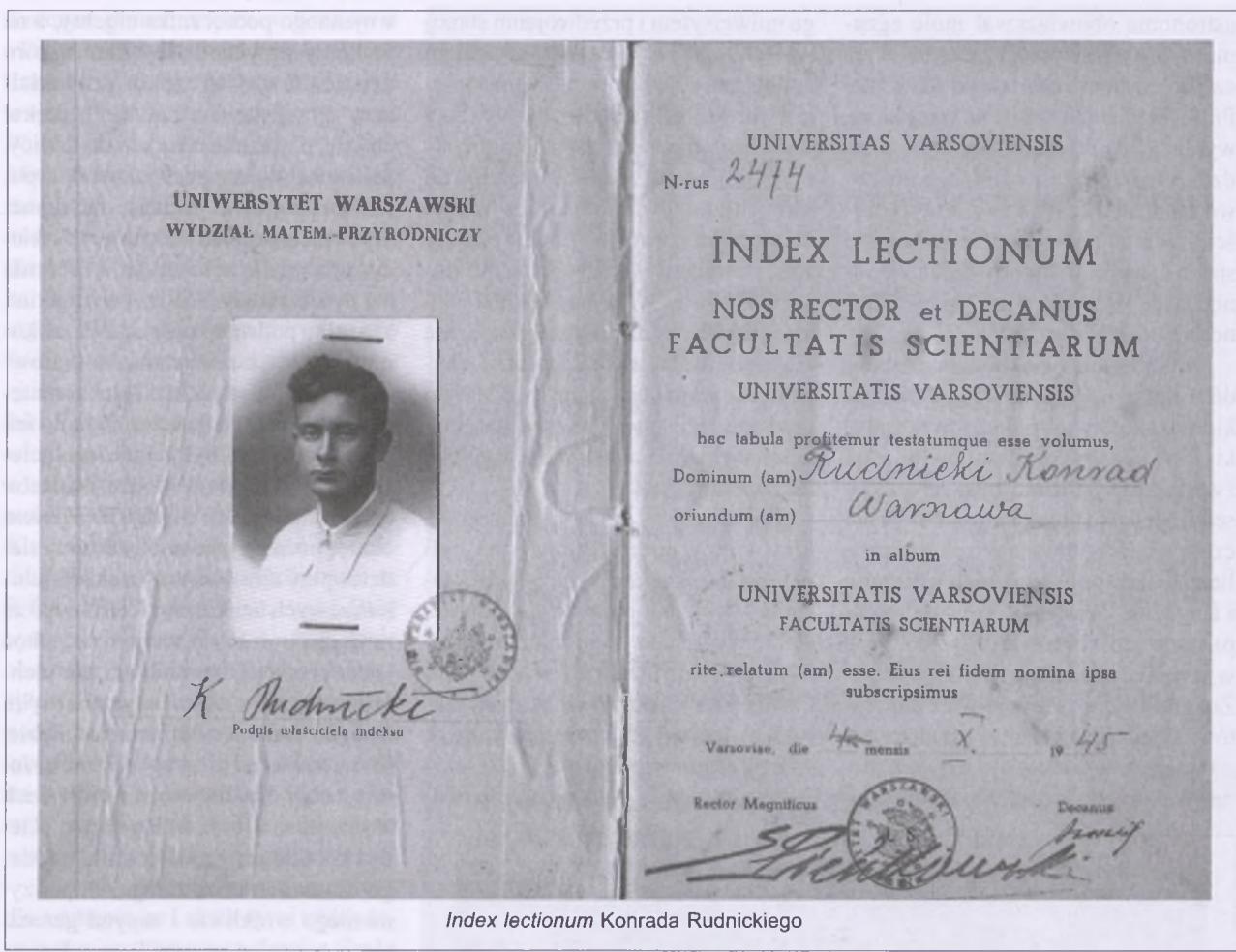
Moją pierwszą pracą astronomiczną było opracowanie metody pomiarów odległości Księżyca od Ziemi. Lunetka mego brata miała wyciąg okularowy z zebatką. Zauważałem, że inaczej trzeba wysunąć okular do oglądania ściany pokoju, inaczej — sąsiadniego domu. Postanowiłem więc wykreślić eksperymentalnie przy zebatce podziałkę odległości, ekstrapolować ją, nastawić ostro na Księżyca i odczytać odległość. Niestety z ekstrapolacją były kłopoty. Nastawienia na odległą stodołę i na szczyt dalekiej góry niczym się od siebie nie różniły. Odległości Księżyca od Ziemi nie zmierzy-

łem, ale zrozumiałem, co znaczy „ogniskować na nieskończoność”.

Była wojna. Przenieśliśmy się na stałe z Warszawy do Sulejowa nad Pilicą. Materiał kolejnych klas gimnazjum i liceum zdawałem jako ekstern na kompletach tajnego nauczania w pobliskim Piotrkowie Trybunalskim. Pamiętam, jak w czasie egzaminu z kolejnej klasy do pokoju wszedł niespodziewanie zakwaterowany właśnie w tym domu oficer niemiecki. Sytuacja była niebezpieczna. Rozłożona przede mną praca pisemna nie pozostała wątpliwości co do charakteru mojej wizyty. Profesorka, w pełni opałowana, powiedziała nieomal prawdę: „To mój prywatny uczeń”. Wojskowy się uśmiechnął, sklonił i wyszedł. Uznał sytuację za normalną. Frontowy oficer nie orientował się w warunkach panujących w Generalnej Guberni. Gorszych wpadek nie było.

Wraz z czworgiem rodzeństwa Wójcików założyliśmy instytucję nazwaną szumnie — od dzielnicy Sulejowa gdzie stał ich dom — Obserwatorium Astronomiczne na Dobrej Wodzie. Łącznie obserwatorów było około dziesięciu. To obserwatorium było chyba prawdziwe, bo wychowało dwóch profesorów astronomii i dwóch innych pracowników badawczych¹. Nasze obserwacje robione bez żadnych instrukcji nie miały najmniejszego zna-

¹ Kto jest ciekawy nazwisk i innych danych, zechce zajrzeć do mojego wspomnienia o Tadeuszu Wójciku (*Urania* 55, 23, 1984) oraz do artykułu *Obserwatorium Astronomiczne na Dobrej Wodzie* (tamże, 39, 357, 1968)



Index lectionum Konrada Rudnickiego

czenia naukowego, ale udało się nam wyznaczyć okresy obiegów galileuszowskich księżyców Jowisza, obliczyć dla nich efemerydy i stwierdzić ich prawność. Odnotowaliśmy to dumnie w wydawanej i rozpowszechnianej przez nas co miesiąc gazetce astronomicznej. Za tę gazetkę można się było dostać do obozu koncentracyjnego. Ale to byłby powód drobny. Istniały ważniejsze. Pracowaliśmy wszyscy również w poważnej konspiracji, każdy w innej. Od zimy 1943/44 wypadło nam zapomnieć o obserwacjach. Powołano nas do oddziałów partyzanckich naszych organizacji. Z braci Wójcików jednego do Armii Krajowej, drugiego — do Batalionów Chłopskich, a mnie — do Gwardii Ludowej.

W lutym 1945 r. mój oddział partyzantki rozwiązano. Uniknąć dalszej służby wojskowej. Zdołałem szybko uzupełnić brakujące egzaminy itrzymać jeszcze w czasie trwającej wojny *Świadectwo równoznaczne ze świadectwem dojrzałości* wystawione przez Państwową Komisję Weryfikacyjną do legalizacji wyników tajnego nauczania w Piotrkowie Trybunalskim.

We wrześniu tegoż roku Uniwersytet Warszawski ogłosił zapisy na kolejny (tym razem legalny) rok akademicki. Zapisałem się na Wydział Matematyczno-Przyrodniczy, kierunek astronomia i czekałem egzaminu konkursowego. Chętnych na ten kierunek było troje². Zostaliśmy przyjęci nie tylko bez konkursowego, ale w ogóle bez żadnego egzaminu. Zaczęły się studia w ocalonym budynku fizyki przy ulicy Hożej 69, gdzie znalazły schronienie również matematyka i astronomia. Sale były z początku ciasne i nieopalane, czasem miejsca siedzące bez pulpitów lub stołów do pisania, czasem nawet miejsce tylko stojące. Ale cieszyło piękno wielkiej nauki, bo zgodnie z przedwojennymi zasadami podstawowe przedmioty prowadzili wybitni naukowcy. Młodszych pracowników oprócz prowadzenia ćwiczeń dopuszczano w zasadzie tylko do wykładów specjalistycznych

² Z tej trójki do magisterium dociągnąłem tylko ja. Kolega przeniósł się potem na fizykę, koleżanka porzuciła studia dla pracy w balecie.

i monograficznych dla dalszych lat. Dopiero dziś zdaje sobie sprawę, jak wielkim darem było to obcowanie od samego początku studiów z wielkimi ludźmi. Weźmy taką matematykę. Dla pierwszego roku analizę matematyczną wykładał Kazimierz Kuratowski, geometrię analyticzną — Karol Borsuk, a algebra wyższą sam Wacław Sierpiński (jest obecnie krater na Księżyku jego imienia!). Studenci astronomii i fizyki słuchali wykładów matematycznych tych samych co studenci matematyki. Podobnie matematycy słuchali fizyki doświadczalnej wykładowanej przez Aleksandra Jabłockiego, a potem przez Stefana Pieńkowskiego dla fizyków. Nie było jakiejś „astronomii dla fizyków”, „fizyki dla matematyków” czy „matematyki dla astronomów”. Były wykłady prawdziwej astronomii, fizyki i matematyki. Co najwyżej istniał zróżnicowany spis działów wymaganych przy egzaminie. Bywały z tym pomyłki. Logiki matematycznej słuchałem u Andrzeja Mostowskiego (tego przedwojennego) i chodziłem amatorsko przez cały rok na wykłady i ćwiczenia, choć jako

astronoma obowiązywał mnie egzamin tylko z pierwszej części. Z tej też części przygotowałem się do zdawania. Profesor widzący mnie na wszystkich wykładach i ćwiczeniach, choć wiedział, że studuję astronomię, odruchowo zadał mi dwa pytania z drugiej części. Zwrócić mu uwagę, że pyta mnie spoza programu, byłoby dla mnie poniżające. W wyniku przyjąłem z honorem ocenę tylko dobrą.

Wskutek takiego ułożenia wykładów, nie było wyraźnego podziału na kierunki studiów, studenci matematyki, fizyki i astronomii stanowili jedną zwartą grupę. Razem było nas około setki. Małeńska grupka astronomów nie czuła się odosobniona wśród znacznie liczniejszej populacji matematyków i fizyków. Wszyscy się znali. Na pierwszym roku studiów różnice w wyborze wykładów były niewielkie. Zróżnicowany za to był wiek studentów. Większość stanowili maturzyści z tajnego nauczania, ale byli też maturzyści przedwojeni. Studenci tajne-

go uniwersytetu i przedwojeni stanowili tak zwany wówczas jeden całkiem pomieszany „rok starszy”. I oni dopełniali niektóre brakujące im wykłady lub ćwiczenia wraz z rokiem pierwszym. Byliśmy wszyscy ludźmi, od których zdobywanie nauki w czasie okupacji lub żywe utrzymanie wiedzy zdobytej przed wojną wymagało dużych wysiłków. Wszyscy kochali wiedzę. Takich, którzy by się uczyli nie dla niej, ale dla stopni i dyplomu, chyba wcale wśród nas nie było. Nie było mody na ściaganie. Zresztą egzaminatorzy wymagali nie tyle szczegółów, ile zrozumienia rzeczy.

Ten nastrój tworzyli przede wszystkim wielcy uczeni, którzy też byli przeważnie znakomitymi wykładowcami. Wykładali nie tylko przedmiot, ale uczyli zapału do problemów naukowych i wprowadzali w ethos naukowca. Sierpiński był wielkim dydaktykiem inaczej. Na salę nie patrzył. Mówił monotonnie do tablicy. Uczyliśmy się z jego istniejącego, przed-

wojennego podręcznika algebry, a na wykłady przychodziło tylko kilkoro zapaleńców. Ćwiczenia prowadził sam. Przedstawiał zadanie i czekał chwilę, czy ktoś podejdzie do tablicy. Jeśli nikt — sam rozwiązywał, a potem proponował zadanie następne. Wyobrażałyśmy sobie, że gdyby kiedyś nikogo nie było na sali, ćwiczenia też by się odbyły. Zaliczał wszystkim, kto tylko podsunął indeks. Był znakomity przy egzaminach i jako kierownik prac magisterskich. Kochał matematykę i jeśli student też cośkolwiek z niej rozumiał, był serdecznie ucieszony. Wybaczał niewiedzę. Nie lubił tylko odpowiedzi mętnych. Miałem okazję później, jako młody uczeń siedzieć przy nim dwa razy z okazji jubileuszowych bankietów. Rozmawiał ze mną jak z dobrym znajomym, choć jestem pewien, że mnie ani nie identyfikował, ani z nikim innym nie mylił. W ogóle ludzi nie odróżniał od siebie. W budynku na Hożej była ciasnota. Jeden pokój dla kilku profesorów i ich asystentów, to była wtedy norma. Kiedyś spotkał przy swoim stole młodego Tadeusza Leżańskiego. Popatrzył na niego wnikliwie i zapytał grzecznie: „A pan co tu robi?”. — „Jestem państrem asystentem, panie profesorze”. — „A to proszę, niech pan zostanie”. I od tego staruszka Sierpińskiego też wiele dało się przejąć. Można go było serdecznie kochać tak, jak on kochał matematykę.

Ale powróćmy do astronomii. Tu wyjątkowo nie wykładał żaden ówczesny wielki. Profesor Michał Kamieński został przeniesiony na przymusową emeryturę, co było więcej niż nieporozumieniem, bo skandalem. A było to tak. Podczas wojny hitlerowski okupant zamknął wszystkie agendy uniwersytetów z wyjątkiem klinik i obserwatoriów astronomicznych. Kliniki były potrzebne w czasie wojny jako szpitale, a ktoś wzmówił w hitlerowców, że obserwatoria astronomiczne też są potrzebne wojsku. Dawni kierownicy katedr astronomii na terenie Generalnego Gubernatorstwa byli teraz zastępcami dyrektorów swoich obserwatoriów, zaś dyrektorem wszystkich został Niemiec Kurt Walter, który rzadko bywał w którymkolwiek z nich. Taką formalną pozycję zastępców dyrektorów podlegających wojsku obserwatoriów niemieckich mieli również



Mgr Konrad Rudnicki przygotowuje do obserwacji teleskopy w Obserwatorium Astronomicznym Uniwersytetu Warszawskiego w Ostrowiku

Tadeusz Banachiewicz w Krakowie i Eugeniusz Rybka we Lwowie. Za ich działalność okupacyjną spotkali się po wojnie z wdzięcznością. Uniwersytet Warszawski potraktował profesora Michała Kamieńskiego odmiennie. Nie mogąc mu zarzucić niczego, co by się nadawało do postawienia go przed sądem, uniwersytecka komisja dyscyplinarna dopatryła się uchybienia w samym fakcie pełnienia przez niego funkcji w aparacie okupacyjnym i przeniosła go na emeryturę. W czasie moich studiów był więc prywatnym człowiekiem. Dopiero potem uzyskał etat w zakładzie Akademii Nauk. Kuratorem katedry astronomii był matematyk Kuratowski. Działało dwóch adiunktów: Jan Gadomski (ma dziś krater na Księżyku!) i Janusz Pagaczewski. Obaj byli poza Warszawą. Prowadzili stację obserwacyjną Obserwatorium Uniwersytetu Warszawskiego w Przegorzałach pod Krakowem (obecnie dzielnica Krakowa). W Warszawie był starszy asystent doktor Włodzimierz Zonn i asystent magister Maciej Bielicki. Oni to prowadzili wykłady astronomiczne.

Zonn wykładał astronomię ogólną dla astronomów i ciekawymi wykłady przyciągał rzesze studentów fizyki i matematyki, dla których ten przedmiot był tylko jednym z kilku do wyboru. Na starszych latach prowadził dla astronomów wykłady astrofizyki, a na czwartym roku również seminarium. Mieszkał prowizorycznie w jednym pokoiku w budynku fizyki. Dla wykładowów astronomii ogólnej przydzielono mu stosunkowo dużą salę. Dla wykładowów astrofizyki w rozsądnego godzinach żadnej sali nie było wolnej. Wtedy doktor Zonn zdecydował prowadzić je w swoim pokoiku. Pokój był długi i wąski. Wyglądało to nieraz tak: pod oknem siedziała córka Lidia odrabiając cichutko lekcje, w środku pokoju przy kamiennym blacie pani Zonna gotowała obiad na palniku bunsenowskim (nie zapominajmy, że był to pokój instytutu fizyki), a przy drzwiach troje studentów astronomii słuchało wykładu samego Zonna lub uczestniczyło w jego seminarium.

Zonn, będąc tylko doktorem, dostał wyjątkowo prawo egzaminowania z przedmiotów kursowych. Bielicki, będąc magistrem, nie mógł dostąpić zaszczytu samodzielnego egzaminowania „Wyznaczanie orbit planet i ko-

Gwoli dokumentacji historycznej podaję pełną listę wykładów i ćwiczeń (kolejność, jak w indeksie), jakie zaliczyłem w ciągu 4 lat studiów. Około połowa — to przedmioty do wyboru.

Astronomia ogólna (Włodzimierz Zonn) z ćwiczeniami.

Rachunek różniczkowy i całkowy (Kazimierz Kuratowski) z ćwiczeniami — kurs dwuletni.

Geometria analityczna (Karol Borsuk) z ćwiczeniami.

Algebra wyższa (Wacław Sierpiński) z ćwiczeniami.

Teoria liczb (Wacław Sierpiński).

Rachunek liczbowy (Maciej Bielicki) z ćwiczeniami — kurs dwuletni.

Fizyka doświadczalna (Stefan Pieńkowski, wykłady rozpoczęły Aleksander Jabłoński przeniesiony rychło do Torunia) kurs jednoroczny z trzechletnią pracownią (pierwszą i drugą).

Astrofizyka (Włodzimierz Zonn) — kurs trzechletni.

Astronomia sferyczna (Maciej Bielicki) z ćwiczeniami — kurs dwuletni.

Ogólny kurs fizyki teoretycznej (Czesław Białobrzeski) kurs dwuletni z jednym rokiem ćwiczeń.

Fizyka jądra atomowego (Andrzej Sołtan).

Spektroskopia (Władysław Kapuściński).

Elementy logiki matematycznej (Andrzej Mostowski) z ćwiczeniami.

Podstawy teorii mnogości (Andrzej Mostowski).

Przestrzenie zwarte (Karol Borsuk).

Geometria różniczkowa (Kazimierz Zarankiewicz).

Mechanika teoretyczna (Wojciech Rubinowicz) z ćwiczeniami.

Chemia ogólna i nieorganiczna (Wiktor Kemula).

Wyznaczanie orbit planet i komet (Maciej Bielicki) — kurs dwuletni.

Nauka o Polsce i świecie współczesnym (podpis nieczytelny).

Seminarium z astrofizyki (Włodzimierz Zonn).

Teoria mnogości (Wacław Sierpiński).

Równania różniczkowe (Witold Pogorzelski).

met” zdawałem w ten sposób, że pytał mnie wprawdzie on, ale egzaminowi przysłuchiwał się siedzący obok profesor — kurator Katedry Astronomii i ten wpisał mi ocenę.

Na wydziale obowiązywało wolne studium. Kolejność słuchania przedmiotów i zdawania egzaminów wyznaczała sobie sam student. Można było w danym roku nic nie zdać, aby mieć podpisane w indeksie uczestnictwo w przepisanej liczbie godzin wykładow i ćwiczeń w trymestrach: jesiennym, zimowym i wiosennym. Studia magisterskie trwały przepisowo 4 lata. Kończył się właśnie trzeci rok powojenny, gdy ogłoszono, że wszystkich będzie obowiązywać do magisterium nowy przedmiot — *Nauka o Polsce i świecie współczesnym*. Można go będzie zaliczyć na podstawie kolokwium do wakacji 1948 r. lub potem na zasadzie słuchania wykładu i egzaminu. Byłem w szale zdawania innych przed-

miotów i zupełnie nieprzygotowany do odpowiadania z ideologii. Ale przeała mnie konieczność żmudnego chodzenia na wykłady ideologiczne. Bez przygotowania zgłosiłem się na pisemne kolokwium. Były trzy tematy: pierwszy to ludność Polski w liczbach, czy coś w tym rodzaju, drugi — historyczny. W obu coś trzeba było naprawdę umieć. Na szczęście trzecim tematem była reforma rolna. Tu wiedziałem, co wypada wiedzieć: byli biedni chłopi i byli żli obszarnicy. Jedni cierpieli biedę, drudzy sprzedawali ojczyznę. Ale przyszła demokracja ludowa i zaprowadziła sprawiedliwość. Rozwodniwszy to odpowiednio, miałem napisaną pracę na 4 stronice kancelaryjne. Oddałem i dostałem zaświadczenie bez oceny.

Wszystkie egzaminy przedmiotowe zdałem w ciągu trzech lat. Na czwarty rok, oprócz uczęszczania na zajęcia dobrowolne, została mi tylko praca

XIII LETNIA SZKOŁA KOSMOLOGII

A ZA SFERAMI KRYSZTAŁOWYMI KWAŻARÓW ROZCIĄGA SIĘ SFERA TEA.



Prof. Konrad Rudnicki nigdy nie bał się odstępstw od oficjalnie głoszonych prawd naukowych, o czym świadczyć mogą Jego wieloletnie związki z dysydenką Letnią Szkołą Kosmologiczną, gdzie usłyszeć można różne „kosmologiczne herezje”.

Rysunek pochodzi z „Postępów Astronomii” nr 2/1994

magisterska i takiż egzamin. Niestety z pracą miałem pecha. Chciałem ją robić z trójbarwnej fotometrii fotograficznej, wymyślonej zaraz po wojnie przez profesora Wilhelma Beckera. Warszawskie obserwatorium w Przegorzałach miało instrumentarium tylko do wizualnych obserwacji gwiazd zmiennych. Zaprosił mnie do Poznania profesor Józef Witkowski. Tam był i teleskop (niestety refraktor), i jakieś filtry. Po kilku tygodniach wyszukiwania filtrów i wyznaczania ich charakterystyk za pomocą monochromatora okazało się, że niczego podobnego do trójbarwnej fotometrii nie da się z tego wykroić. Straciłem czas. Jako nowy temat podjąłem się wyznaczenia ekstynkcji nad obserwatorium poznańskim. Otrzymał wynik sprzeczny z teorią. Ekstynkcja była większa w zenicie niż w pobliżu horyzontu. Czy było to realne zjawisko (smog?), czy moja nieumiejętność prowadzenia obserwacji, w każdym razie taki wynik ani przeze mnie, ani przez moich

poznańskich i warszawskich opiekunów nie mógł być uznany. Chwilowo straciłem chęć do obserwacji i podjąłem trzeci temat rachunkowy — wyznaczenie elipsoidy prędkości cefeid z nowego katalogu ich prędkości radialnych. Tym razem wynik kilkumiesięcznego kręcenia korbką na arytmometrze był pomyślny i wiarygodny.

Włodzimierz Zonn właśnie się wyhabilitował w Toruniu, to znaczy otrzymał godność docenta Uniwersytetu Mikołaja Kopernika. W Warszawie był nadal starszym asystentem i jako taki ani pracy magisterskiej, ani egzaminu dyplomowego przeprowadzić nie miał prawa. Formalne przeniesienie jego *veniam legendi* do Uniwersytetu Warszawskiego musiało trwać. W tej sytuacji Uniwersytet Warszawski poprosił profesor Wilhelminę Iwanowską do poprowadzenia mojej pracy magisterskiej (co pani profesor nieoficjalnie scedowała na Zonnu), zarazem Ją i profesora Władysława Dziewulskiego (krater na

Książycu!) zaproszono do przeprowadzenia mojego egzaminu magisterskiego na Uniwersytecie Warszawskim. W praktyce nie oni przyjechali do Warszawy, ale ja wraz z Zonrem pojechaliśmy do Torunia. Był to czerwcowy dzień świętych Piotra i Pawła (który w tym roku po raz pierwszy nie był oficjalnym świętem państwowym). Pani profesor w pracy magisterskiej podkreśliła mi tylko czerwono trzy błędy ortograficzne. Innych zastrzeżeń nie miała. Niespodziewanie przy egzaminie byłem pytany również z równań różniczkowych, bo profesor Dziewulski uważały, że końcowy egzamin musi wykazać znajomość nie tylko astronomii, ale również innych przedmiotów należących do programu studiów. I tak wczesnym latem 1949 r. zostałem pierwszym powojennym magistrem astronomii w Polsce. Poprzedni polski tytuł magistra astronomii został nadany 9 lat wcześniej, już w czasie wojny, pannie Anieli Dziewulskiej w Wilnie.

Etatu dla mnie nigdzie nie było. Studia doktoranckie nie istniały. Byłem więc chwilowo bez zatrudnienia, ale za to bardzo mądry. Znałem astronomię, fizykę i matematykę. Bo chyba w ogóle najmądrzejszym się jest zaraz po magisterium. Obejmuję się całość wiedzy. Stąd też świetnie rozumiałem później świeżego absolwenta wyższej szkoły morskiej chwalącego się swoją wiedzą astronomiczną, gdy on na zapytanie, jaki mieli program tej astronomii, odpowiedział dumnie: „całą teorię i do tego jeszcze zastosowania”.

Po półrocznym bezrobociu dostałem etat asystencki w Obserwatorium Astronomicznym Uniwersytetu Warszawskiego i wziąłem się za trzy tematy badawcze na raz, z których jeden przyniósł mi w trzy lata później doktorat. Ale doktorat już nie był tak radosny jak magisterium, bo tymczasem spostrzegłem, że taki mądry to ja wcale nie jestem.

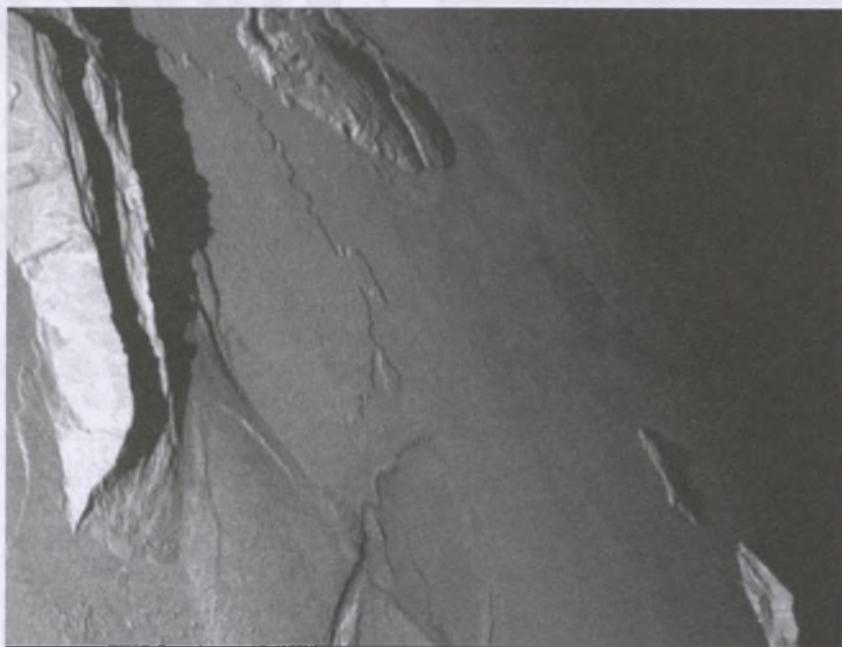
Autor jest emerytowanym profesorem astronomii Uniwersytetu Jagiellońskiego, ale ciągle czynnym wybitnym specjalistą w dziedzinie astronomii gwiazdowej i współpracownikiem wielu zagranicznych ośrodków astronomicznych



Io o zachodzie

Jak wysokie są góry na księżycu Jowisza, Io? Jednym ze sposobów znalezienia odpowiedzi jest obejrzenie ich o zachodzie słońca. Wysokie struktury wystawione na Słońce są wtedy lepiej oświetlone i rzucają długie cienie. Na zdjęciu wyróżnia się całkiem po lewej góra Mongibello, ostry grzbiet wznoszący się tak wysoko, że mógłby się ulokować pomiędzy najwyższymi górami na Ziemi. Gwałtownie zmieniająca się powierzchnia Io ukazuje nie tylko klasyczne stożki wulkanicznych popiołów, ale również liczne uskokи, w których grunt pękł i utworzył ostro ścięte klify. Czarnobiałe zdjęcie wykonała dwa lata temu automatyczna sonda Galileo, orbitująca obecnie wokół Jowisza.

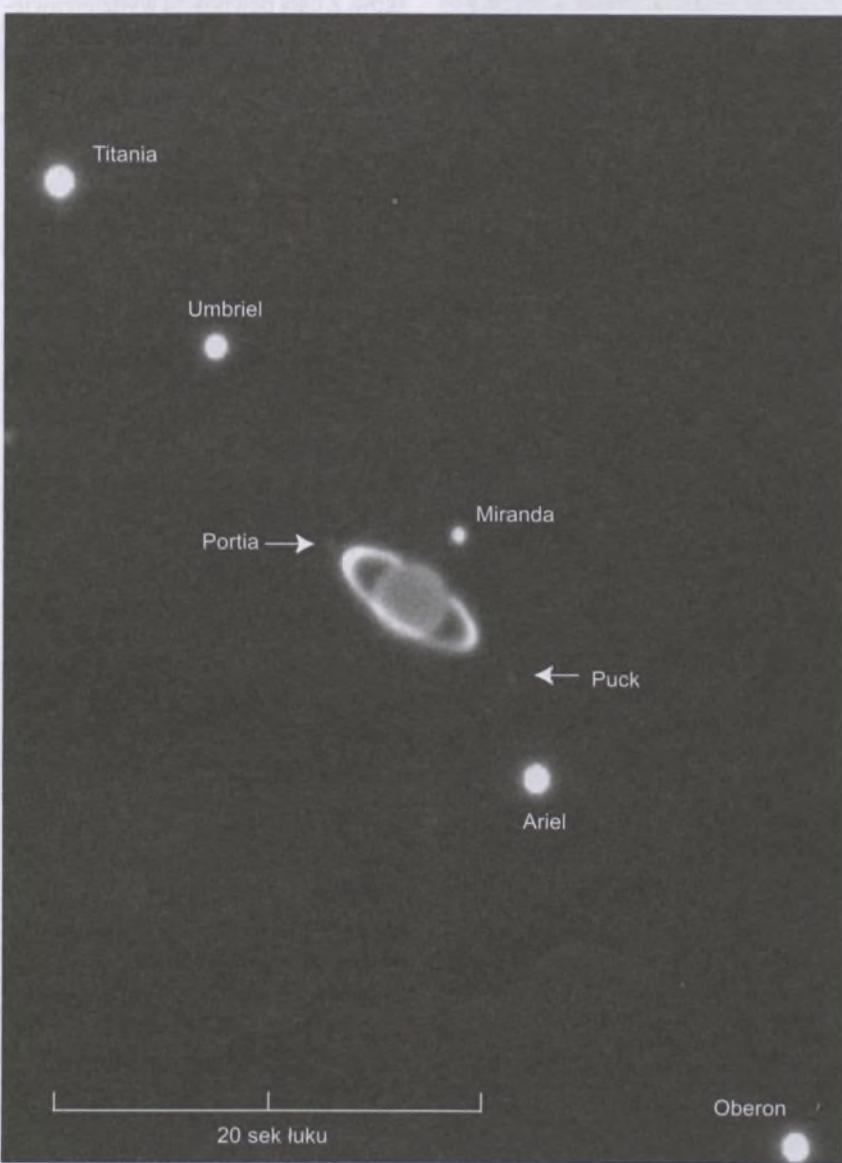
Fot. Galileo Project, JPL, NASA



Rodzina Urana

Tak, to wygląda jak Saturn, ale Saturn jest tylko jedną z czterech olbrzymich planet posiadających pierścienie w naszym Układzie Słonecznym. Pierścienie Saturna są najjaśniejsze, natomiast ten układ pierścieni i księżyców należy do planety Uran, której zdjęcie w bliskiej podczerwieni zostało wykonane przez teleskop Antu, znajdujący się w Europejskim Obserwatorium Południowym (ang. European Southern Observatory, ESO) na Paranal w Chile. Atmosfera gazowego olbrzymiego Urana, zawierająca metan, pochłania światło słoneczne w bliskiej podczerwieni sprawiając, że planeta wydaje się być znacznie ciemniejsza niż w rzeczywistości, co z kolei zwiększa kontrast między stosunkowo jasną planetą i normalnie słabo widoczonymi pierścieniami. Wąskie pierścienie Urana, obserwowane przez teleskopy naziemne, są prawie niezauważalne w świetle widzialnym i zostały odkryte dopiero w 1977 r., kiedy to spostrzegawcy astronomiczni zauważyli, że — wówczas jeszcze nieznane — pierścienie zaśniają światło z gwiazd leżących w tle. Uważa się, że wiek pierścieni nie przekracza 100 milionów lat i mogły zostać uformowane z odłamków po zderzeniu małego księżyca z przelatującą kometą albo obiektem rodzaju asteroidy. Odległy świat Uranu, którego księżycom nadano nazwy odpowiadające postaciom sztuk Shakespeare'a, po raz ostatni został odwiedzony w 1986 r. przez sondę kosmiczną Voyager 2.

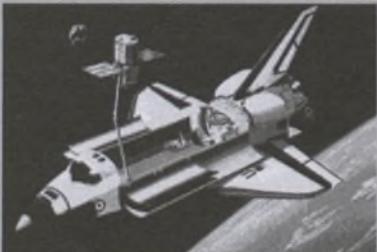
Fot. E. Lellouch, T. Encrenaz (Obs. Paris), J. Cuby, A. Jaunzen (ESO-Chile), VLT Antu, ESO



Nieużyteczne satelity?



Efektowne ujęcie trzech astronautów, którzy chwytają satelitę Intelsat. Widoczni są: Rick Hieb i Tom Akers; Pierre Thout jest w cieniu. (STS-49)



Wizja artystyczna ukazująca ożywienie w lądowaniu wahadłowca Challenger, kiedy to astronauci odnaleźli i naprawili satelitę Solar Max. (STS-41C)



Dale Gardner podczas odzyskiwania satelity Westar VI

Fot. NASA

Działalność ubezpieczeniowa w segmencie kosmicznym należy do bardzo ryzykownych przedsięwzięć. Inwestorzy, wykładaając setki milionów dolarów na dany projekt, oczekują także dużych zysków. Z całą pewnością wydzierżawienie satelity przynosi spore korzyści, jednak jego umieszczenie na orbicie (szczególnie geostacjonarnej — mającej największe znaczenie w działalności komercyjnej) wiąże się paroletnimi przygotowaniami i z wieloma zagrożeniami. Oczywiście nikt nie wyłoży takich pieniędzy (a szczególnie banki) bez zabezpieczenia w postaci polisy ubezpieczeniowej.

Tak jak w życiu człowieka, tak w cyklu życia satelity istnieje wysokie prawdopodobieństwo straty w fazie startu (urodzenia) i we wczesnej fazie eksploatacji (okres niemowlęcy), dalej następuje okres stosunkowo małego ryzyka podczas zasadniczej części eksploatacji i ponownie zwiększonego prawdopodobieństwa straty aż do końca życia satelity.

Już w momencie projektowania satelity można popełnić błędy, które w przyszłości spowodują niewłaściwą pracę urządzenia. Choć należy przyznać, że doświadczenie inżynierów jest na tyle duże, iż pojawiające się usterki w fazie projektowania i produkcji nie są istotne, a w każdym razie wyjdą na jaw podczas powtarzanych wielokrotnie testów. Jednakże mimo tych zabiegów coraz częściej pojawiają się genetyczne usterki, takie jak np. problemy z procesorem w platformach satelitarnych starszej generacji typu Boeing (wcześniej Hughes) 601, co wywołało szkody

w satelitach Galaxy 4, Solidardiad I, Galaxy 7.

Znacznie mniejsze ryzyko wiąże się z transportem na miejsce startu oraz z przygotowaniami satelity do startu, gdzie łączy się go z rakietą. Ta faza miała jednak istotne znaczenie dla późniejszego funkcjonowania np. stacji kosmicznej Galileo (awaria anteny dalekiego zasięgu). Natomiast podczas eksploatacji satelita jest narażony na różne zagrożenia, m.in. związane z nieprzyjaznym środowiskiem kosmicznym (promieniowanie wysokoenergetyczne i korpuskularne, temperatura, itp.) czy możliwością kolizji (z ciałami niebieskimi, np. rojami meteorytów, kosmicznymi śmieciami lub innym pojazdem kosmicznym). Główne przyczyny usterek są jednak związane z awariami samych satelitów. Nie ulega jednak żadnej wątpliwości, iż dla powodzenia całego projektu satelitarnego największe znaczenie ma faza startu oraz ustawiania się satelity we właściwym miejscu na orbicie. W tym okresie występuje zdecydowanie najczęściej szkód, które niezależnie od tego, czy przyczyną awarii była rakieta czy satelita, a w głównej mierze jego silnik, kończą się zwykle całkowitym zniszczeniem satelity.

Czasami zdarza się, że satelita osiąga niewłaściwą orbitę. Taki satelita, mimo że w 100% sprawny, może właściwie do niczego się nie nadawać. Wówczas ubezpieczyciele (o ile zawarto odpowiednią umowę) wypłacają odszkodowanie. Ale i im nie bardzo odpowiada strata kilkuset milionów dolarów, więc próbują je odzyskać. Jeszcze na początku lat 80. satelita wprowadzony na niewłaściwą orbitę

był praktycznie całkowicie stracony i stawał się kolejnym kosmicznym śmieciem. Czy rzeczywiście satelita na złej orbicie jest nieużyteczny? Satelita astrometryczny Hipparcos jest wymownym przykładem, że tak być nie musi.

Najpierw jednak trzeba ustalić, jaką orbitę jest właściwa. Zgodnie z umową pomiędzy agencją startową a właścicielem satelity ustala się parametry orbity (apogeeum, perygeum i nachylenie). Zostawia się jednak pewien margines bezpieczeństwa. I tak operatorzy rakiet za właściwą orbitę uznają na ogół każdą mieszczącą się w niewielkim przedziale błędów wyznaczenia orbity.

Od kiedy do użytku wprowadzono wahadłowce, pojawiła się nowa możliwość. Uszkodzone satelity można naprawić w przestrzeni kosmicznej, a jeśli to jest tam niewykonalne, można je zapakować do ładowni wahadłowca i sprowadzić na Ziemię. W kwietniu 1984 r. po raz pierwszy przeprowadzono w Kosmosie naprawę satelity Solar Max z pokładu wahadłowca Challenger, a w sierpniu tego samego roku satelity Leasat 3 (Syncor IV-3), który ugrzązł na niskiej orbicie i nie mógł osiągnąć orbity geostacjonarnej. Natomiast w maju 1992 r. podczas dziewiczego lotu wahadłowca Endeavour „złapano” dryfującego od ponad dwóch lat po niskiej orbicie satelitę Intelsat 6-F3. W ładowni wahadłowca astronauci wymienili w satelicie ważący ponad 10 t silnik i to pozwoliło mu na osiągnięcie orbity geostacjonarnej. Ponadto już kilkakrotnie reperowano lub modernizowano działający od 1990 r. i wart 3 mld USD Teleskop Kosmiczny Hubble'a. I tak np. w 1993 r. specjalna misja wahadłowca Endeavour zainstalowała urządzenie do korekcji optyki zwierciadła, a w 1997 i 1999 r. dokonywano wymiany zepsutych żyroskopów.

Odnutowano też kilka sukcesów związanych z ratowaniem uszkodzonych satelitów. W listopadzie 1984 r. sprowadzono na Ziemię amerykańskie satelity Westar VI i Palapa B2. Zostały one wprowadzone na niewłaściwą orbitę w lutym 1984 r. Operację odzyskania satelitów przeprowadzili kosmonauci z wahadłowca Discovery, a sfinansowało konsorcjum firm ubezpieczeniowych z korporacją

Lloyda na czele. Łączny koszt naprawy i sprowadzenia na Ziemię tych satelitów wyniósł 38 mln USD (z czego koszt sprowadzenie każdego z nich to około 5 mln USD). Po naprawie satelity zostały ponownie wystrzelone w przestrzeń kosmiczną (Westar VI wysłano 7 kwietnia 1990 r. przez chińską rakietę Long March 3 jako Asiasat 1, natomiast Palapa B2 wysłano 13 kwietnia 1990 r. przez rakietę Delta jako Palapa BC-R). Co ciekawe, właściciel satelity Palapa B2, rząd indonezyjski, był zainteresowany odzyskaniem satelity, natomiast firma Western Union, właściciel Westar VI, nie bardzo interesował się tą operacją. Trzeba jednak pamiętać, że obecnie do przeprowadzenia operacji ściagnięcia czy naprawy satelitów są zdolne tylko wahadłowce, mogące poruszać się po niskich orbitach, których wysokość nie przekracza 1000 km.

W przypadku satelitów na wyższych orbitach, a szczególnie na orbicie geostacjonarnej, wszystko leży w rękach personelu naziemnego. Jak szybko uda się odzyskać kontrolę nad satelitą, zależy od sprawności i doświadczenia służb naziemnych. Można tu podać przykład satelity TDRS-1 (Tracking and Data Relay Satellite), który zamiast na orbicie geostacjonarnej znalazł się na nachylonej orbicie eliptycznej (apogeeum — 30 800 km, perygeum — 19 040 km) i stracił stabilność. Po kilku godzinach intensywnych działań udało się zapanować nad satelitą i rozwinąć jego anteny oraz baterie słoneczne. Dzięki wspólnym wysiłkom producenta (TRW), operatora i właściciela satelity (Spacecom) oraz NASA, po dwóch miesiącach manewrów (w tym czasie kilkanaście razy odpalano silnik satelity) udało się wprowadzić satelitę TDRS-1 na jego nominalną orbitę geostacjonarną, przy wykorzystaniu jego własnych systemów.

Podobnie postąpiono z satelitą Asiasat 3 (obecnie HGS-1). Z powodu usterki 4. stopnia rakiety Proton D1-e, wystrzelonej w grudniu 1997 r., satelita znalazł się na niewłaściwej orbicie. Po wypłacie odszkodowania i przejęciu satelity przez Hughes Global Services (HGS) 17 czerwca 1998 r. umieszczono go na orbicie geostacjonarnej. Nie było to jednak takie proste. Od kwietnia satelita wielokrotnie

zmieniał swoje orbity. Ponadto, aby osiągnąć zaplanowaną orbitę geostacjonarną, potrzebne było dwukrotne okrążenie Księżyca.

Ale co zrobić z satelitami, które nie są w pełni sprawne? Czy mają one pozostać na orbicie w charakterze kosmicznych śmieci? Właściciele otrzymali już odszkodowania za ich stratę, więc raczej przestają się nimi interesować. Jednak ostatnie działania firmy HGS, wspartej przez ubezpieczeni, pokazują że można spróbować ponownie wykorzystywać „utracone” satelity. Głównym problemem, oprócz zakresu uszkodzeń satelity, jest znalezienie nowego zastosowania i chętnych do późniejszego z niego korzystania (klientów). W ten sposób ubezpieczeni mają szansę po kilku latach użytkowania „utraconych” satelitów na odzyskanie wyłożonych na nich „ratowanie” funduszy oraz przy najmniej części (a czasem i nawet całego) wypłaconego odszkodowania. Można tu podać przykłady satelity Palapa C1 (obecnie HGS-3/Anatolia 1) wystrzelonego w styczniu 1996 r. Po blisko trzech latach pracy zepsuły uległy akumulatory. HGS podjął działania mające na celu „uratowanie” satelity i po zastosowaniu odpowiednich procedur obecnie jest on sprawny, choć nie działa przez 4 godz. na dobę, w czasie okresowych zaćmień.

Niestety, działania mające na celu zmianę orbity satelity pochłaniają paliwo. Satelita natomiast ma do dyspozycji tylko określona ilość paliwa, które musi mu wystarczyć na cały przewidywany (10—15 lat) okres eksploatacji, do ciągłego korygowania swojej pozycji na orbicie. Tak więc ustawnie satelity na nominalnej lub nowej orbicie powoduje na ogół skrócenie życia satelity — szkodę częściową, a co za tym idzie — zmniejszenie dochodów jego użytkownika. Ale to i tak lepsze niż strata całkowita.

Piotr Manikowski jest doktorantem w Katedrze Ubezpieczeń Akademii Ekonomicznej w Poznaniu, przygotowującym swą rozprawę w dziedzinie ubezpieczeń sprzętu i ludzi w lotach kosmicznych

Jarosław Włodarczyk

W historii gwiazdozbiorów krzyżują się tajemne ścieżki ludzkiej wyobraźni, i pragnień, a cmentarzyko niechcianych konstelacji to kopalnia skarbów, bijąca na głowę wszelkie stanowiska archeologiczne

Uranografia fantastyczna

Chociaż wciąż nie umiemy opisać Wszechświata, elementy kosmografii — nawet tak egzotyczne jak czarne dziury czy białe karły — gdy już je oswoimy za sprawą ziemskiej fizyki, trafiają na półkę „zrozumiane”. Paradoksalnie, półkę „niezrozumiane” nadal okupują konstelacje, od zarania dziejów człowieka składane przez niego z gwiazd widocznych gołym okiem. Jeśli ktoś twierdzi, że potrafi wyjaśnić, skąd wzięły się gwiazdozbiory — kłamie! Narodziny uranuszki spowijają mroki tajemnic.

Dlaczego na przykład z bogatej w wydarzenia mitologii starożytnych

Greków znaczący fragment nieba północnego zajęły akurat postacie związane z dziejami etiopskiej królewnej Andromedy? Mamy tu, w obszarze ciągnącym się od bieguna aż do równika niebieskiego i jeszcze dalej, i ją, i jej nieszczęsnych rodziców, Cefeusza i Kasjopeę, którzy musieli przeznaczyć córkę na ofiarę; mamy Perseusza, który przybył na Pegazie (skrzydlaty koń też pozostał pośród gwiazd) i uratował Andromedę, zabijając zagrażającego jej potwora morskiego, a ów z kolei trafił na niebo jako Wieloryb. Historia właściwie banalna, a mimo to do jej uwiecznienia posłużyła niemal ćwiartka nieboskłonu, dostępnego ob-



Rys. 1. Wieloryb, czyli (wciąż jeszcze) Potwór Morski i fragment Erydanu. J. Bode, *Uranographia* (Berlin 1801)

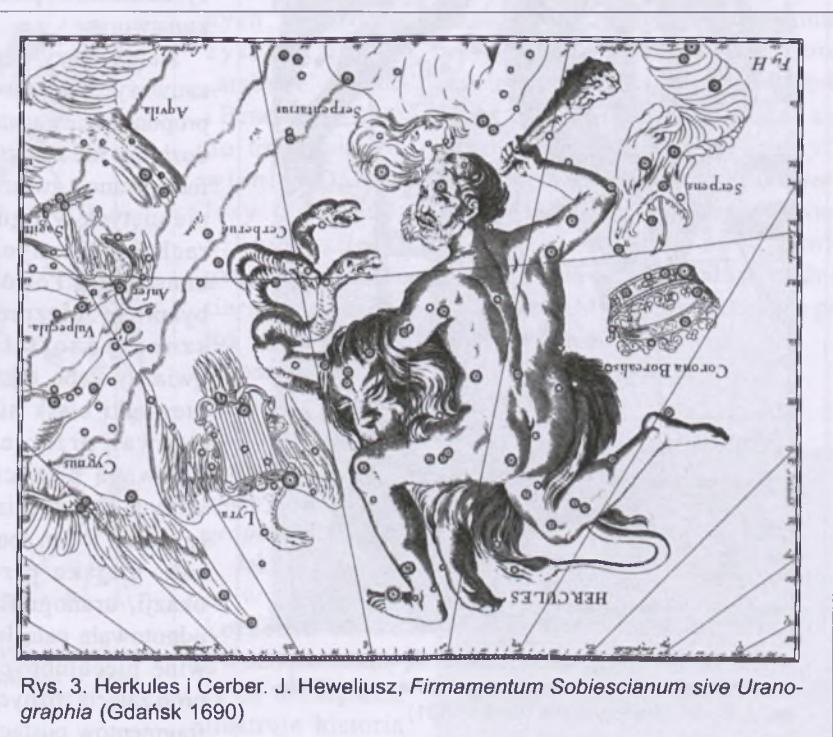
serwacjom astronomów znad Morza Śródziemnego.

Wieloryb z kolei zajmuje centralne miejsce pośród kilku gwiazdozbiorów o wodnej proweniencji: ponad nim znajdują się Ryby, na wschodzie pluskową falę rzeki Erydan, na zachodzie towarzyszy mu Wodnik, a poniżej potwora morskiego odnajdujemy Rybę Południową — Prarybę, matkę zodiacalnych Ryb. To prawda, że wody Nilu, Eufratu i Tygrysu oraz akwen Morza Śródziemnego miały decydujący wpływ na rozwój kultur starożytnego Egiptu, Mezopotamii czy wreszcie Grecji, którym zawdzięczamy narodziny zachodniej nauki o gwiazdach, jednakże nikłość tego tropu jest dla każdego oczywista. Pierwsza z siedmiu glinianych tabliczek, zawierających akadyjski mit o stworzeniu świata i ludzi (co najmniej początek I tysiąclecia p.n.e.) rozpoczyna się słowami: „Gdy na górze niebo nie zostało nazwane, w dole ziemia nie miała imienia...” (przełożyła Krystyna Łyczkowska). Wciąż pozostaje aktualne pytanie: no dobrze, ale co było dalej?

Jednym z bardziej interesujących wątków w dziejach konstelacji jest słabość uranografów do istot zmyślonych. Perseusz, który zrobił tyle dobrego dla Andromedy, a tym bardziej zapracowany po łokcie Herkules istnieli na pewno i niewątpliwie zasłużyli na miejsce pośród gwiazd. Dlaczego jednak w epokach od średniowiecza po koniec XIX w., kiedy to wprowadzano nowe konstelacje i porządkowano stare, nie usunięto z nieboskłonu tak fantastycznych stworów, jak Koziorożec — na wpół koza, na wpół ryba, Centaur (kolejna hybryda, tym razem z udziałem człowieka i zwierzęcia kopytnego) czy Smok? Ba, jeszcze w wiekach średnich próbowało przemycić między gwiazdy Centaurzycę — z miernym skutkiem. Feniks wzbogacił listę konstelacji dopiero pod koniec XVI w., za sprawą amsterdamskiego teologa i kartografa Petrusa Planciusa. W tym samym czasie ulokował się na niebie i pozostał tam już na zawsze Jednoróżec, za co niektórzy czynią odpowiedzialnym Jacoba Bartscha z Lubania, zięcia Jana Keplera. Natomiast trójkłowy pies, Cerber, pojawił się w uścisku Herkulesa tylko na chwilę w atl-



Rys. 2. Andromeda (przed przybyciem Perseusza). J. Bayer, *Uranometria* (Augsburg 1603)

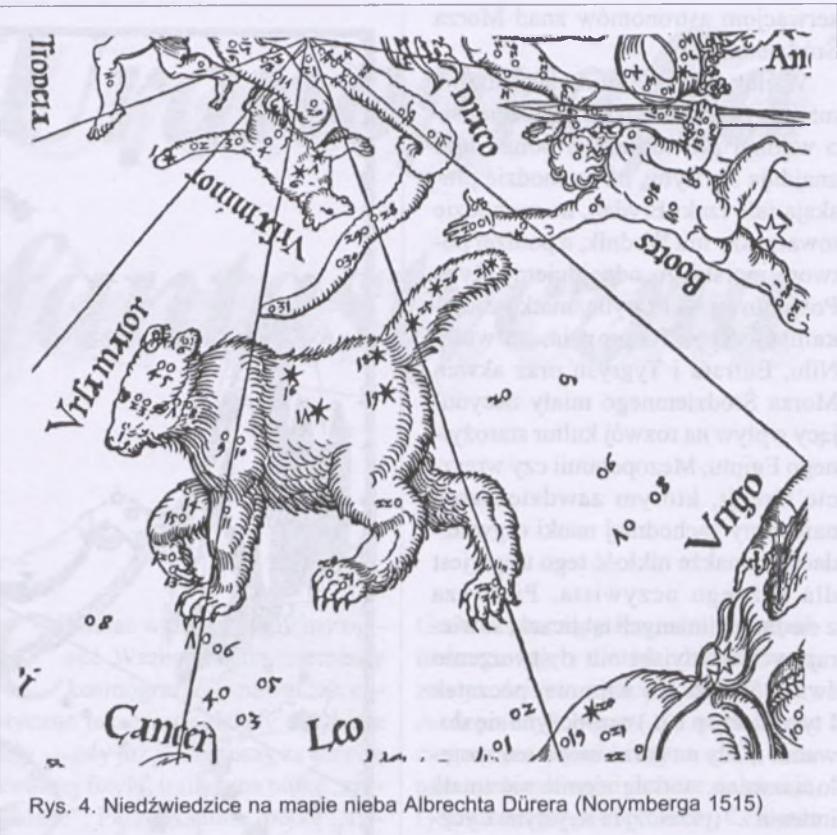


Rys. 3. Herkules i Cerber. J. Heweliusz, *Firmamentum Sobiescianum sive Uranographia* (Gdańsk 1690)

sie nieba Jana Heweliusza, *Firmamentum Sobiescianum sive Uranographia* (Gdańsk 1690).

Najbardziej chyba jednak zdumiewa kuriozalność dwóch odwiecznych i najlepiej znanych gwiazdozbiorów: Małej i Wielkiej Niedźwiedzicy. Tajemnicą pozostaje bowiem, dlaczego starożytni astronomowie wyposażili je w imponujące, puszyste ogony, a nowożytni uczeni nie przeprowadzili odpowiedniej operacji, by naprawić ów błąd. Honor tych ostatnich próbował ratować nieco ekscentryczny Anglik, John Hill, który w połowie XVIII w. usiłował z zoologiczną precyzją umieścić na niebie nie tylko Dżdżownicę i Ropuchę, lecz także Uranoscopusa — morską rybę znaną z tego, że wzrok kieruje nieustannie ku niebu. Wciśnięta między klasyczne Bliźnięta i siedemnastowiecznego Heweliuszowego Rysia, nie zyskała aprobaty niebieskich kartografów.

Mimo wysiłków Hilla czasy oświecenia bywają uważane za niezbyt sławny okres w dziejach uranografii. I to z dwóch powodów. Pierwsza kobieta, która tak naprawdę zyskała popularność dzięki astronomii, angielska pisarka Agnes M. Cler-



Rys. 4. Niedźwiedzice na mapie nieba Albrechta Dürera (Norymberga 1515)

ke, skrytykowała tę epokę za wprowadzenie na firmament bezdusznego sekstansów, teleskopów, zegarów i innych narzędzi badawczych, za którymi nie szła żadna ciekawa legenda. A więc

nuda. Drugi powód jest mniej chwalebny, ale za to znacznie bardziej interesujący: lizusostwo i przekupstwo.

Należy przy tym zauważyc, że nowo proponowane gwiazdozbiory nie zawsze formowano z gwiazd nie ujętych w figurach klasycznych konstelacji. Powód był prosty: niezrzeszone pozostały gwiazdy słabe, a ich niewielki blask nie licował przecież z powagą postaci, których chwałę miały głosić. W ten sposób, niejako przy okazji, uranografia odnotowała całą lawinę niechlubnych prób zajęcia różnych fragmentów postaci,

wydawałoby się dobrze osadzonych na firmamencie. Zdarzały się również już nie drobne kradzieże, lecz próby przewrotów pałacowych. Oto garść przykładów.

Dyrektor berlińskiego obserwatorium, Johann Elert Bode, nie powstrzymał się w 1787 r. od zaanektowania kilku gwiazd z ręki Andromedy i przegnania z nieba Jaszczurki Heweliusza, by utworzyć konstelację pod wdzięczną nazwą Chwała Fryderyka, tego samego Fryderyka II, zwanego Wielkim, który zainicjował pierwszy rozbój Polski. Jeszcze dalej posunęli się profesorowie Uniwersytetu Lipskiego, gdy w 1806 r. ich miasto ocekiwało na przemarsz zwycięskich wojsk Napoleona po bitwie pod Jeną. Postanowili charakterystyczne gwiazdy Pasa i Miecha Oriona przemianować na Gwiazdy Napoleona. Tutaj sama historia szybko ukazała absurdalność pomysłu, choć angielska prasa zdążyła sobie z tej okazji pouywać na napoleońskim Orionie.

Wspomniany Bode należał do tych niebieskich kartografów, którzy akceptowali pomysły innych, mając w tym własny interes. Albowiem szansę na przetrwanie nowej konstelacji dawała wyłącznie jednocośna akceptacja jak największej liczby ośrodków



Rys. 5. Balon (Montgolfierów) znalazły się w pobliżu Mikroskopu, ale tylko ten drugi pozostał na mapach nieba. J. Bode, *Uranographia* (Berlin 1801)

naukowych, w tym przede wszystkim Paryża i Londynu. Jedna z największych gwiazdnych transakcji odbyła się pod koniec XVIII w. pomiędzy Bodem i jego odpowiednikiem w stolicy Francji, Josephem Jeromem de Lalande'm, dyrektorem tamtejszego obserwatorium. I tak Chwała Fryderyka została zaaprobowana przez Francuzów, gdyż Bode zgodził się przyjąć umieszczonego przez nich przy Kasjopei Strażnika Pól Uprawnnych, w którego łacińskiej nazwie — Custos Messium — zaszyfrowana była pamięć znanego łowcy komet i mgławic, Charlesa Messiera. Natomiast Balon, upamiętniający lot braci Montgolfierów, okupiony został wprowadzeniem Prasy Drukarskiej, głoszącej chwałę niemieckiego wynalazku druku. Ostatecznie żaden z tych gwiazdozbiorów nie przetrwał porządkowania nieboskłonu, podjętego w połowie XIX stulecia, a zakończonego w 1928 r. — mimo że niektóre z nich długo się temu opierały.

Z całą pewnością natomiast nie istnieją imiona gwiazd. No, może z kilkunastoma wyjątkami.

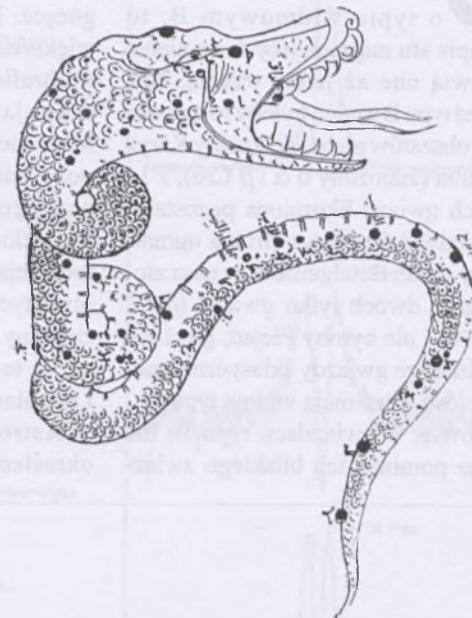
W starożytnej greckiej astronomii, która pierwsza systematycznie skatalogowała niebo, tylko tuzin gwiazd, zazwyczaj najjaśniejszych, otrzymał nazwy; należą do nich m.in. Arktur w Wolarzu, Regulus w Lwie czy Proc-

jon w Małym Psie. Pozostałe gwiazdy identyfikowano na podstawie ich położenia w figurze konstelacji, tak więc określana obecnie jako eta Wielkiej Niedźwiedzicy była dawniej „trzecią, na końcu ogona”. Grecka wiedza o gwiazdach i konstelacjach dotarła w średniowieczu do łacińskiej Europy za sprawą arabskich przekładów, a te zachowały antyczny sposób identyfikacji gwiazd. Gdy jednak doszło do tłumaczenia arabskich wersji greckich traktatów na łacinę... Zastanówmy się: różna znajomość orientalnego języka w różnych ośrodkach

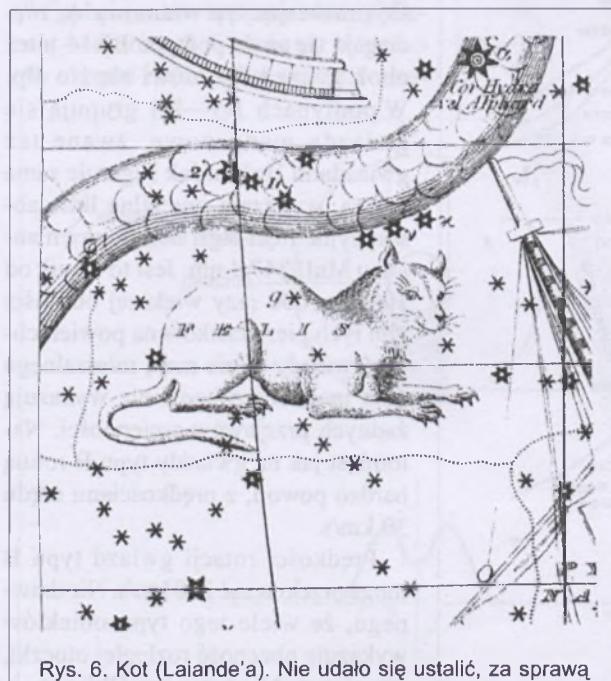
średniowiecznej nauki, nieustalone zasady transkrypcji na łacinę, błędy kopistów przepisujących manuskrypty, czasami skłonność do błazenady. I tak oto eta Wielkiej Niedźwiedzicy — podobnie jak setki innych gwiazd — zyskała nazwy „arabskie” Alkaid i Benetasz, trudne do usprawiedliwienia. Dalsze losy tego średniowiecznego bestiarium zależały już wyłącznie od wyborów autorów późniejszych popularnych atlasów nieba, takich chociażby jak *Uranographia* Bodego.

Jak bardzo wiara w „arabskie” korzenie imion gwiazd przeniknęła do uranografii, ilustruje historia

على ذئب وذكر اليجا السماح ، لظان راتشان ، ذات اهتمام ، ذات
اللهم اذ عززني عزرا اشياء منها لازم ، العزيز ، مهلا ، الاعد
وينها من المؤذن للذئبان وحيث ما من كفاك الشيء
ثواب السنين على ابرىء في الكثرة



Rys. 7. Smok z arabskiej mapy nieba (X w.)



Rys. 6. Kot (Laiande'a). Nie udało się ustalić, za sprawą jakiej wymiany trafił (na chwilę) między gwiazdy. J. Middleton, *Celestial Atlas* (Londyn 1843)

dwoch najjaśniejszych gwiazd Delfina, alfy i bety. Pojawiły się one pod postacią, odpowiednio, Sualocin i Rotanev w katalogu blisko 8 tys. gwiazd z 1814 r., opracowanym przez włoskich astronomów pod kierunkiem Giuseppe Piazziego w obserwatorium w sycylijskim Palermo. Sumienni tropicele gwiazdnych imion zauważyli nawet, że Sualocin może wywodzić się z arabskiego *scaloin*, czyli „bystry”. Tymczasem dopiero niedawno dostrzeżono, że asystentem Piazziego był Niccolò Cacciatore, którego imię i nazwisko w języku polskim oddać można jako Mikołaj Myśliwy, podczas gdy po łacinie — Nicolaus Venator.

Jarosław Włodarczyk jest adiunktem w Instytucie Historii Nauki PAN i współautorem (wraz z Jerzym Dobrzyckim) „Historii naturalnej gwiazdozbiorów”, która ukazała się nakładem wydawnictwa Prószyński i S-ka, Warszawa 2002. Ilustracje pochodzą z książki

Typ widmowy B

Choć wśród stu najbliższych gwiazd nie znajdziemy żadnej o typie widmowym B, to w grupie stu najjaśniejszych na niebie stanowią one aż jedną trzecią. Bez gwiazd typu B trudno byłoby rozpoznać wiele obszarów nieba. Zniknąłby Krzyż Południa (zubożony o α i β Cru), z 16 jasnych gwiazd Skorpiona pozostały zaledwie 6, a zarys Oriona ograniczyłby się do Betelgeuse oraz pasa złożonego z dwóch tylko gwiazd (δ i ζ Ori). No i nie byłoby Plejad, gdyż ich najjaśniejsze gwiazdy (klasyczne „siedem sióstr”) też mają widma typu B.

Mówiąc o gwiazdach typu B, nie można pominąć ich bliskiego związ-

ku z o wiele rzadszymi kuzynkami — gwiazdami typu O. Jedne i drugie to gorące, błękitne obiekty, emitujące większość swego promieniowania już w ultrafiolecie. Bardzo wyraźnie koncentrują się w płaszczyźnie Drogi Mlecznej, nie wykraczając od niej poza odległość 100 pc w kierunku poprzecznym. Występują przede wszystkim w ramionach spiralnych, w asocjacjach i w młodych gromadach otwartych. Ich skład chemiczny jest zbliżony do składu chemicznego Słońca, są to obiekty młode, należące do I populacji.

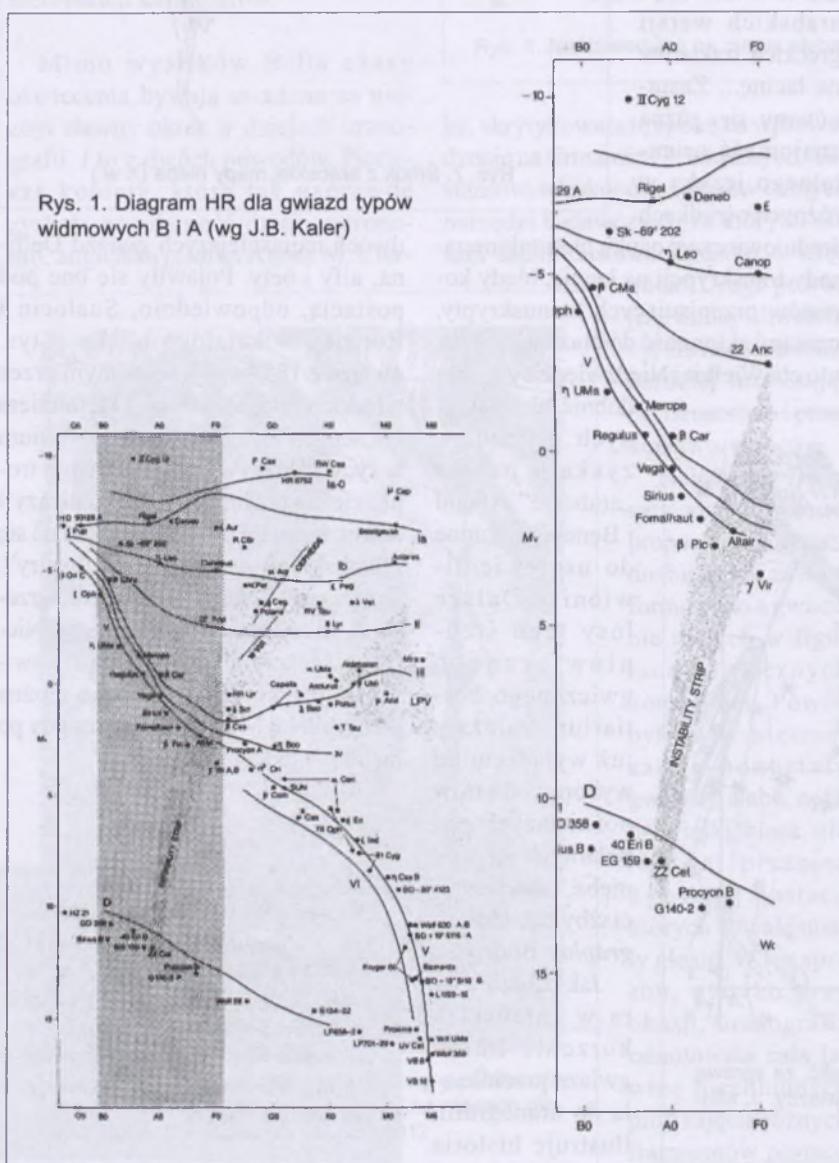
Astronomowie często używają określenia „gwiazdy OB”, mówiąc

o gorących, masywnych gwiazdach ciągu głównego. A jednak same tylko gwiazdy typu B reprezentują niezwykle szeroki zakres temperatur efektywnych — od 10 000 K w B9 do prawie 30 000 K w B0 (czemu odpowiada rozpiętość mas od 3 do 20 mas Słońca). Nic dziwnego, że 10 podtypów nie wystarcza na opisanie tak różnorodnej próbki gwiazd i ich widm — stąd też określenia w rodzaju B0,5 czy B9,5 sa na porządku dziennym.

W typie widmowym B linie wodo-ru słabną, gdy przemieszczamy się od podtypów najpóźniejszych do naj-wcześniejszych — wiąże się to z joni-zacją wodoru, która następuje coraz szybciej w temperaturach powyżej 9500 K. Równocześnie coraz silniejsze (aż do B2) stają się linie neutral-nego helu, a w B0 zaznaczają się już linie helu zjonizowanego. Odnajdzie-my też linie zjonizowanego (w stop-niu I—III) krzemu oraz zjonizowane-go tlenu, węgla, magnezu i azotu.

Obok „normalnych” gwiazd B istnieją w tym samym zakresie temperatur liczne obiekty o wyraźnych osobliwościach widmowych. Gwiazdy magnetyczne, z którymi spotkaliśmy się omawiając typ widmowy A, rozciągają się aż do podtypu B5 — toteż obok gwiazd Ap mówi się i o Bp. W podtypach B9—B4 grupują się gwiazdy manganowe, zwane też gwiazdami HgMn. Jak sugeruje sama nazwa, wykazują one silne linie absorpcyjne rtęci HgII 398,4 nm i manganu MnII 347,4 nm. Jest to wynik od 100 do 1000 razy większej obfitości obu tych pierwiastków na powierzchni. Gwiazdy te nie mają mierzalnego pola magnetycznego i nie wykazują żadnych przejawów zmienności. Natomiast jak na gwiazdy typu B rotują bardzo powoli, z prędkościami rzędu 30 km/s.

Prędkości rotacji gwiazd typu B mogą przekraczać 200 km/s. Nic dziwnego, że wiele tego typu obiektów wykazuje obecność rozległej otoczki, również szybko rotującej. Objawia się to przede wszystkim dzięki obecności w widmie linii emisyjnych — głów-



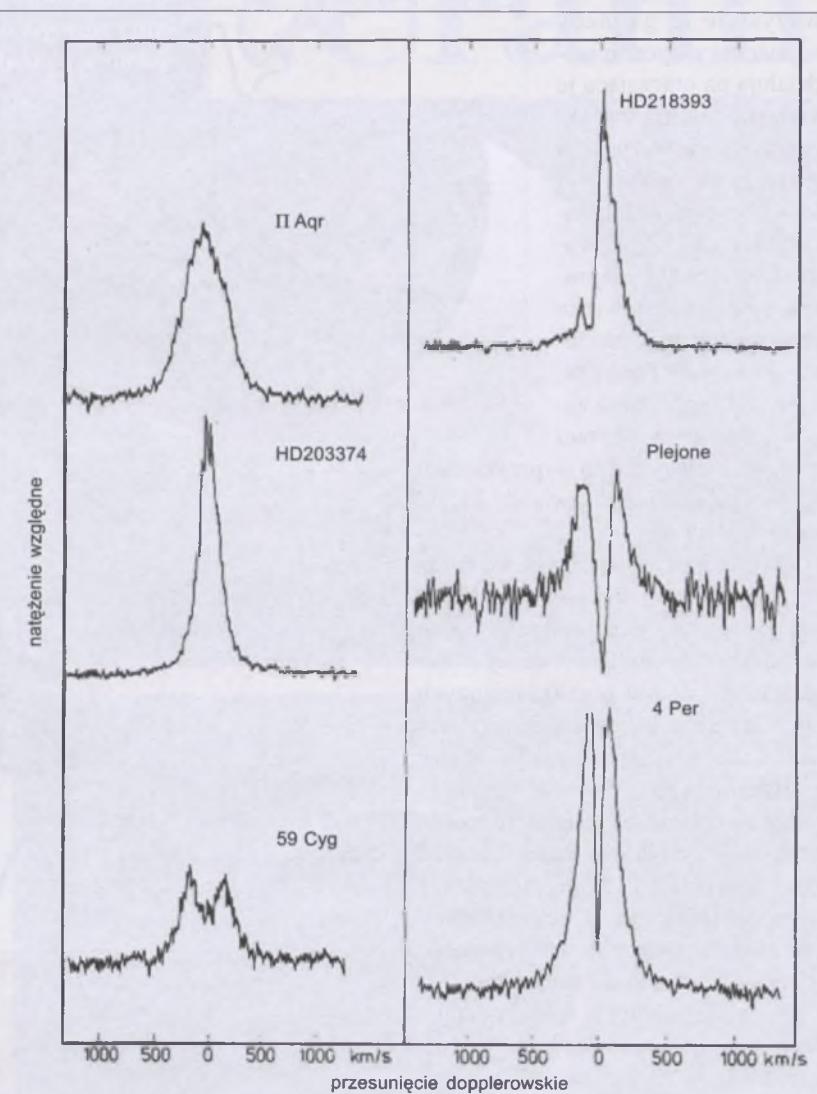
Rys. 1. Diagram HR dla gwiazd typów widmowych B i A (wg J.B. Kaler)



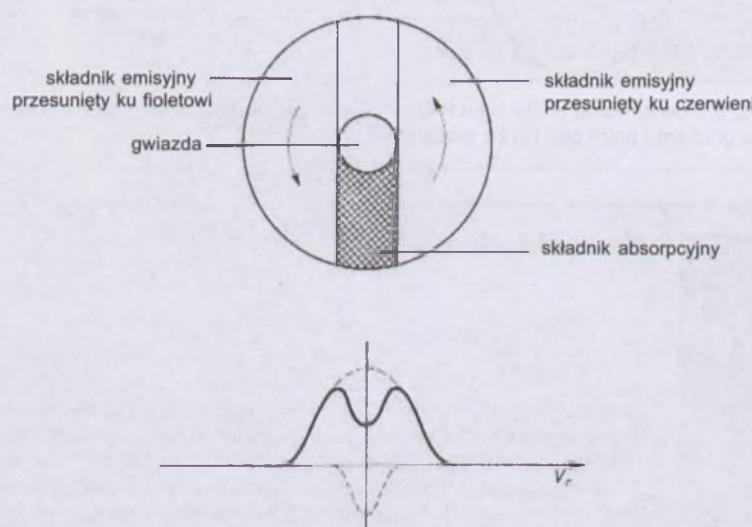
nie wodoru (czasem tylko w linii H_{α}) — nakładających się na widmo absorpcyjne (rys. 2). Sposób powstawania rozdwojonej linii emisyjnej w taki otocze jest przedstawiony na rys. 3. Ze względu na szybką rotację otoczka wokół gwiazdy może być wyraźnie spłaszczona, przybierając kształt dysku. Pozwala to dodatkowo wyjaśniać dużą rozmaistość profilów linii (rys. 4).

Szczególny przypadek profilu stanowi tzw. profil typu P Cygni (rys. 5), składający się z nie przesuniętej składowej emisyjnej i wyraźnie przesuniętej ku fioletowi składowej absorpcyjnej. Nazwa pochodzi od znanej od XVII wieku gwiazdy zmiennej (nadolbrzyma typu B1) noszącej to oznaczenie. Profil typu P Cygni jest oznaką istnienia wokół gwiazdy jednej lub kilku ekspandujących otoczek gazowych.

Jak widać na rys. 1, ciąg olbrzymów typu B leży zaledwie ok. 1 mag. ponad ciągiem głównym. Olbrzymy typu B są zaledwie jakieś 60% większe od ich odpowiedników na ciągu głównym (te z kolei tylko 2-3 razy przewyższają Słońce swymi rozmiarami). Są wśród nich (w liczbie kilku procent) gwiazdy wykazujące zmienność będącą następstwem pulsacji — to gwiazdy typu β Cephei (zwane też gwiazdami β Canis Majoris). Ich zmiany jasności (w okresie rzędu kilku godzin) z re-



Rys. 2. Przykłady profilów emisyjnych gwiazd Be



Rys. 3. Schemat powstawania rozdwojonego profilu emisyjnego w rotującej otoczce wokół gwiazdy

guły nie przekraczają 0,1 mag. Ze zmiennością gwiazd typu B mamy też do czynienia w obszarze białych karłów. Spotykamy tu m.in. prototyp jednej z grup, ZZ Ceti. Amplitudy zmian jasności tego typu gwiazd są bardzo małe, mniejsze od 0,3 mag., a okresy — niezwykle krótkie: od 100 do 1000 s (!).

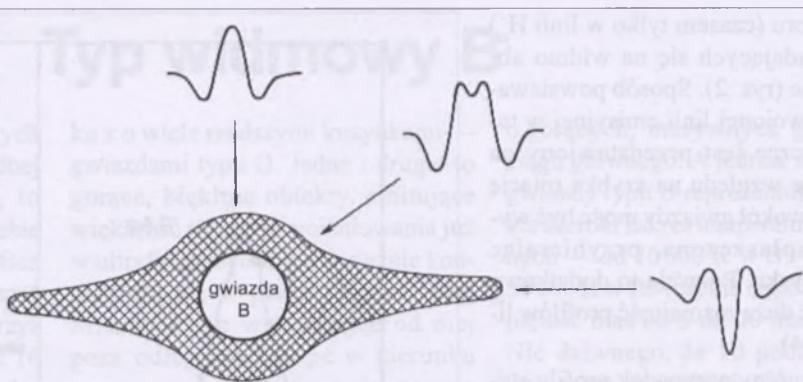
Nadolbrzymy typu B są znacznie mniejsze od ich odpowiedników klasy M. Przypomnijmy, że promień μ Cephei (M2Iae) stanowi około 11 j.a.; w przypadku Cyg OB2 No.12 (B5Ia) promień to „zaledwie” 1 jednostka astronomiczna.

Mniejsze rozmiary nadolbrzymów oraz zacierająca się różnica między olbrzymami a przedstawicielkami ciągiu głównego typu B sprawiają, że

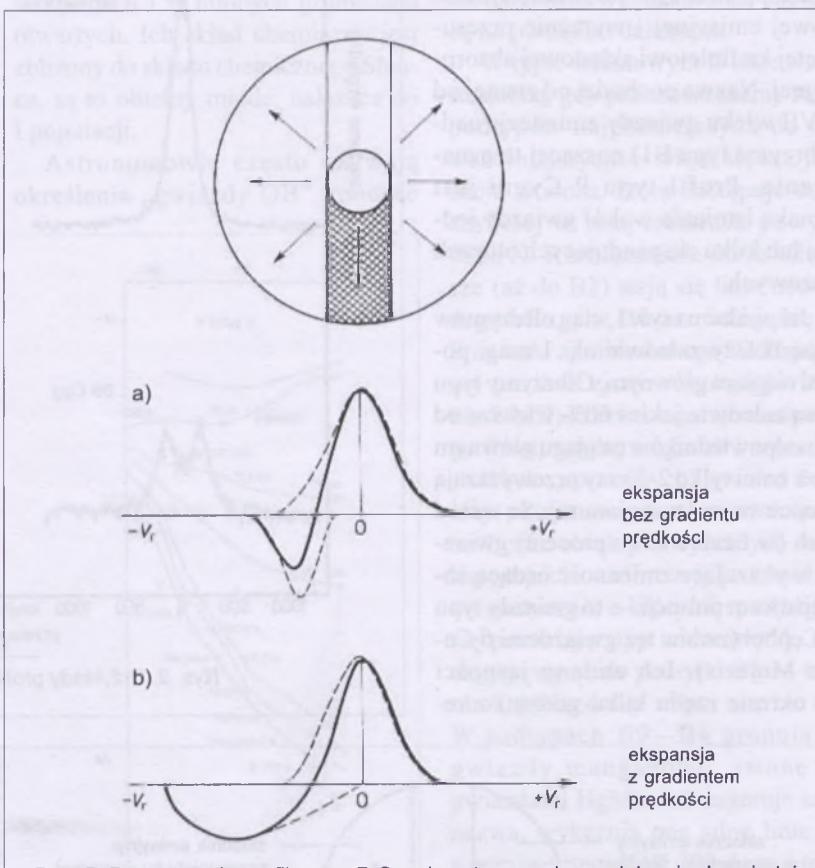
wszystkie te gwiazdy w znaczący sposób oddziałują na otaczającą je materię międzygwiazdową. Przed wszystkim gwiazdy B rozświetlają leżące często w ich sąsiedztwie obłoki pyłowo-gazowe. Dzięki rozpraszaniu promieniowania na ziarnach pyłu możemy efektowne formy takiego oddziaływania zaobserwować w postaci mgławic refleksyjnych — przykładem są choćby otaczające gwiazdy Plejad jasne mgławice.

W miarę przesuwania się ku coraz wcześniejszym podtypom gwiazdy B emitują coraz więcej promieniowania w dalekim ultrafiolecie. Fotony o długościach fali nie przekraczających 91,2 nm są w stanie jonizować atomy wodoru. Zatem ultrafioletowe promieniowanie gorącej gwiazdy może zamieniać otaczający je wodór neutralny w zjonizowany, tworząc tzw. obszar HII. Z kolei zachodzący spontanicznie proces rekombinacji spowoduje świecenie otaczającego gwiazdę obszaru, ale tym razem odbywa się to już nie w sposób ciągły, lecz w liniach widmowych. Najsilniejszą linią wodoru w zakresie widzialnym jest linia H_{α} , toteż mgławice emisyjne szczególnie efektownie prezentują się w barwie czerwonej. Natomiast mgławice refleksyjne świecą tym silniej, im krótsza jest długość fali promieniowania, gdyż rozpraszanie maleje z długością fali.

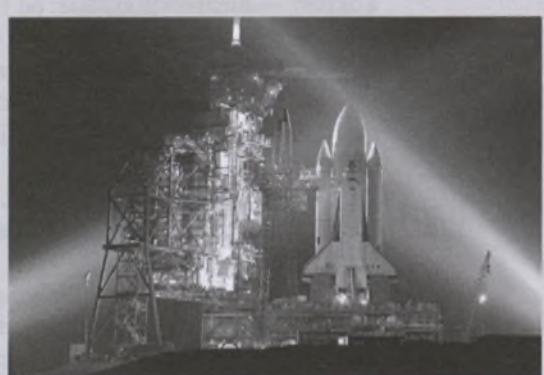
(kr)



Rys. 4. Model wyjaśniający powstawanie różnego rodzaju profili emisyjnych gwiazd Be



Rys. 5. Powstawanie profilu typu P Cygni w otoczeniu ekspandującej odpowiednio: bez gradientu prędkości (a) i z gradientem prędkości (b)

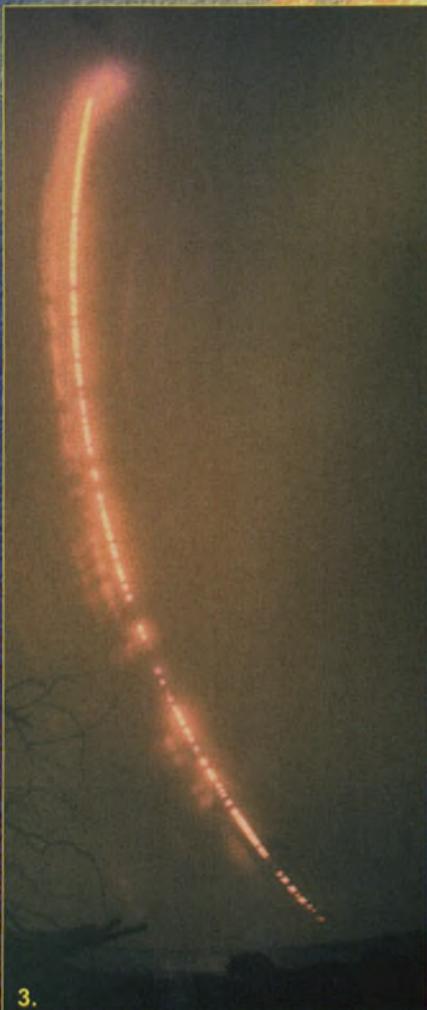


Na rozkładówce:

Pierwsza misja kosmiczna STS-1 promu kosmicznego — statek Columbia na platformie startowej Centrum Badań Kosmicznych im. Kennedy'ego na Florydzie. Start nastąpił 12 kwietnia 1981 r. w samo południe UT. Celem tej misji było sprawdzenie na orbicie parametrów i systemów technicznych promu kosmicznego we wszystkich fazach lotu. Lot trwał 2 dni 6 godzin 20 minut i 53 sekundy a statek, jak planowano, lądował bez problemów w Bazie Sił Lotniczych im. Edwarda w Kalifornii 14 kwietnia 1981 r.

Zaćmienie Słońca z 4 grudnia 2002 r. obserwowane w Australii i Afryce przez uczestników wypraw organizowanych przez Młodzieżowe Obserwatorium Astronomiczne w Niepołomicach. Relacje z obu wypraw i opisy zamieszczonych tu zdjęć znajdują Czytelnicy w niniejszym zeszycie „Uranii-PA” na s. 76.

Galeria Uranii



STS-1

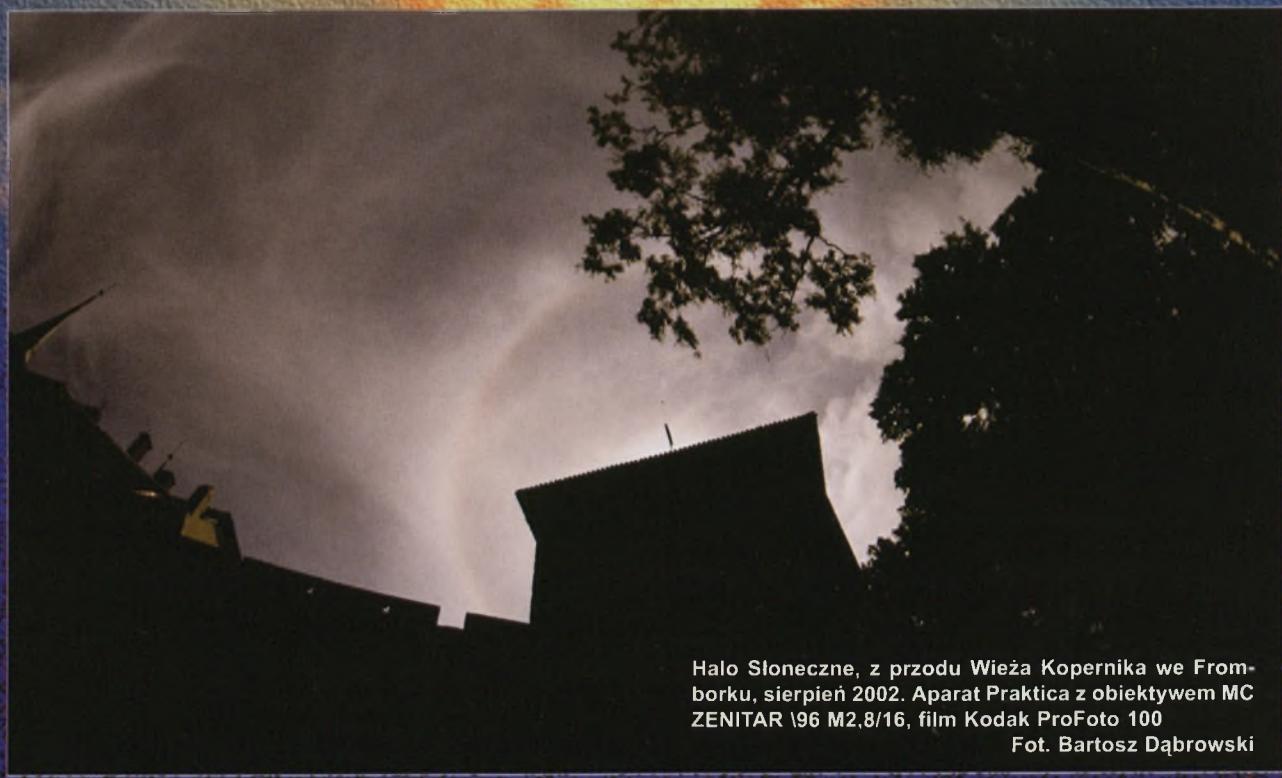
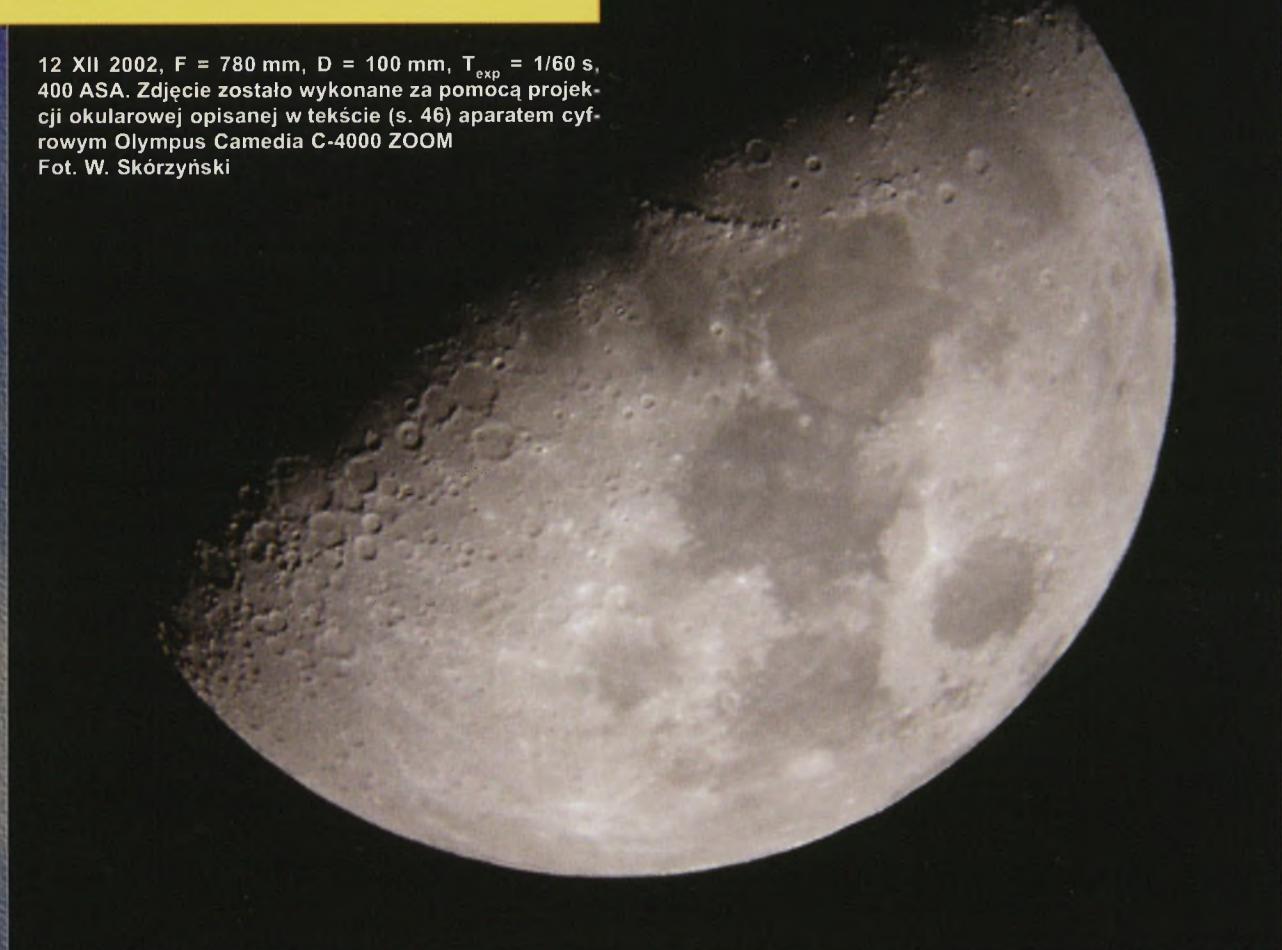


Urania
POSTĘPY ASTRONOMII

Galeria Uranii

12 XII 2002, $F = 780 \text{ mm}$, $D = 100 \text{ mm}$, $T_{\text{exp}} = 1/60 \text{ s}$,
400 ASA. Zdjęcie zostało wykonane za pomocą projek-
cji okularowej opisanej w tekście (s. 46) aparatem cyf-
rowym Olympus Camedia C-4000 ZOOM

Fot. W. Skórzyński



Halo Słoneczne, z przodu Wieża Kopernika we From-
borku, sierpień 2002. Aparat Praktica z obiektywem MC
ZENITAR 1/96 M 2,8/16, film Kodak ProFoto 100

Fot. Bartosz Dąbrowski

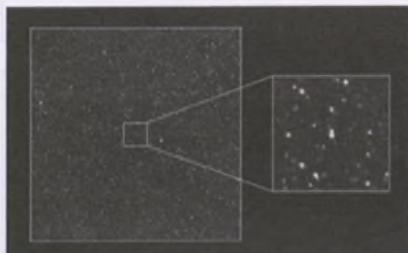
Pierwsze spojrzenie satelity Integral na Wszechświat w promieniach gamma

Satelita Integral działa i jest w pełni sprawny! Pierwsze zdjęcia wykonane przez satelitę Europejskiej Agencji Kosmicznej zostały zaprezentowane 18 grudnia w Paryżu (zobacz również wcześniejszą wiadomość). W zakresie optycznym liczba widocznych gwiazd jest zawrotna, na falach gamma czy X jest mniej obiektów, ale te, które pozostają, są naprawdę wyjątkowe. Pierwszym testem, jakiemu został poddany Integral, była obserwacja konstelacji Cygnus (czyli Łabędź — Cyg — jest to gwiazdozbiór nieba letniego, znajduje się na brzegu Drogi Mlecznej), a w szczególności obiektu Cygnus X-1.



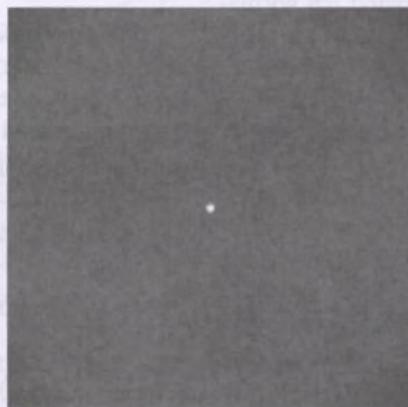
Fragment konstelacji Łabędzia, strzałka wskazuje położenie obiektu Cygnus X-1

Cygnus X-1 jest oddalony od nas o około 10 000 lat świetlnych, znajduje się w sztywnej konstelacji Łabędzia. Jest jednym z najjaśniejszych źródeł wysokoenergetycznego promieniowania. Cygnus X-1 został odkryty w 1960 r.; przez większość uczonych jest uważany za



Fragment gwiazdozbioru Łabędzia widziany przez Optical Monitoring Camera (OMC) w świetle widzialnym. Pełny obraz odpowiada powierzchni 10 Księżycołów, zawiera około 20 000 gwiazd — niektóre świecą tak słabo, że nasze oko musiałoby być 1500 razy czulsze, aby móc je zobaczyć. Cygnus X-1 znajduje się w środku kwadratu. Wiadać jedynie towarzyszącego okrążającemu czarną dziurę — gwiazdę HDE 226868. Oko ludzkie jest 10 razy za słabe, aby zobaczyć HDE 226868. Powyżej niej widać kolejną gwiazdę, jest to jednak jedynie efekt rzutowania na sferę niebieską

czarną dziurę o masie 5 mas Słońca, która stopniowo pochłania swojego towarzysza. Towarzyszy to gwiazda oznacona jako HDE 226868 — niebieski nadolbrzym o temperaturze powierzchniowej około 31 000 K. Okrążą czarną dziurę raz na 5,6 dnia. Jest to dobrze poznane źródło promieniowania wysokoenergetycznego i jako takie stanowi idealny test dla instrumentów na pokładzie Integrala i pozwala je dostroić.



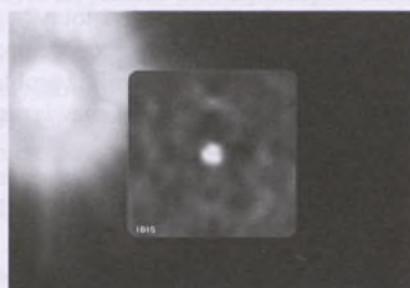
Obraz Cygnus X-1 wykonany przez kamerę do obserwacji na falach X: JEM-X. Powierzchnia zdjęcia jest w przybliżeniu taka sama jak na obrazie OMC. Normalne gwiazdy emitują niewielką ilość promieni X, dlatego na obrazie OMC widać wiele obiektów niewidocznych na obrazie JEM-X. Promieniowanie X powstaje, gdy gaz z gwiazdy HDE 226868 spada na czarną dziurę



Artystyczna wizja Cygnus X-1

25 listopada 2002 — potężna eksplozja, znana jako wybuch promieni gamma (GRB — gamma-ray burst), pojawiła się na wprost detektorów Integrala. Przez około 20 sekund deszcz promieni gamma spadał na statek kosmiczny i został uchwycony przez kamerę IBIS i spektrometr SPI. Dokładne pochodzenie wybuchów GRB jest sporne. Jedna z możliwości jest taka, że większość GRB to śmiertelne wybuchy bardzo masywnych gwiazd w odległym Wszechświecie (hiperno-

wych). GRB pojawiają się średnio dwa razy dziennie z różnych kierunków na niebie. Uważa się, że GRB021125 (liczby oznaczają datę obserwowanego wybuchu) nastąpiła w odległości około 5 mln lat świetlnych od nas. Jasność GRB można porównać z jasnością setek galaktyk!



Wybuch promieniowania gamma widziany przez satelitę Integral

Integral znajduje się daleko poza wpływem zmiennej ziemskiej pogody, ale uczeni muszą brać pod uwagę kosmiczną pogodę — nieustanny deszcz cząstek, które mogą przejściowo „osłonić” detektor promieni gamma. Kamera JEM-X okazała się szczególnie wrażliwa na pogodę kosmiczną, więc musiano ją „przestroić”.

K. Zawada

KONKURS NA LOGO PTA

Zarząd Główny Polskiego Towarzystwa Astronomicznego ogłasza konkurs na znak graficzny (logo) PTA. Znak będzie używany na dokumentach PTA i w witrynie internetowej. Może być kolorowy, ale przy wykorzystaniu niewielkiej liczby kolorów (najwyżej 3) i wyraźnie rozpoznawalny na dokumentach czarno-białych. Projekty oceni Jury powołane przez ZG PTA.

Przewidziane są nagrody. Rozstrzygnięcie konkursu nastąpi w końcu maja 2003 r. i zostanie ogłoszone w U-PA nr 4/03. Projekty prosimy przesyłać w terminie do 15 maja 2003 r. na adres Zarządu Głównego PTA w Warszawie, ul. Bartycka 18 wraz z oświadczeniami o tym, że praca jest w całości dziełem własnym i o rzecznictwie się praw autorskich na rzecz PTA w wypadku zwycięstwa w konkursie.

Wyznaczanie odległości we Wszechświecie

Podręczniki astronomii (ściślej: fizyki z astronomią) dla szkół ponadpodstawowych całkowicie ignorują problem wyznaczania odległości. A jest to problem kluczowy w całej historii astronomii i pozostaje nim nadal. Czy wynika to z przeświadczenia autorów, że problem jest zbyt trudny bądź mało istotny?

Przymijmy następujące założenia:

— chcemy tylko wykazać, iż problem wyznaczania odległości jest kluczowy dla rozwiązania wielu podstawowych problemów,

— nie chcemy nauczyć wyznaczania odległości, a doprowadzić do zrozumienia niektórych metod ich wyznaczania.

Jeśli je przyjmiemy (a chyba są sensowne), problem przestaje przerastać możliwości ucznia.

Zacznijmy od postawienia przed uczniami paru problemów.

1. Dawno zauważono, że Wenus oddala się od Słońca nie więcej niż o 46° . Czy na tej podstawie można obliczyć, w jakiej odległości od Słońca krąży Wenus? Jakie dodatkowe dane są do tego niezbędne?

Pomagamy uczniom (jeśli to okaże się konieczne) wykonać poprawny rysunek. W powstałym trójkącie znamy dwa kąty (rys. 1). Aby był on w zupełności określony, musimy znać jeszcze jeden bok, np. odległość Ziemia–Słońce. (Jeśli znamy te trzy elementy, potrafimy trójkąt wykreślić).

Mogimy poinformować, że znajomość odległości Ziemia–Słońce jest też niezbędna dla wyznaczenia odległości od Słońca pozostałych planet [1]. A także, że w liceum poznają metody (trygonometria) pozwalające obliczyć szukany bok trójkąta.

2. Zastanówcie się, jak można wyznaczyć moc promieniowania Słońca. Jakich pomiarów należy w tym celu dokonać? Jaka wielkość musi być znana?

Na pewno będą potrzebne pytania naprowadzające. Niektóre wystarczy zwrócić uwagę na kolektory słoneczne (jeśli znajdują się w miejscowości, w której mieszkały).

Zauważmy, że pierwszy z problemów można postawić nieco inaczej: obliczyć odległość Ziemia–Słońce, gdy znamy jest odległość Ziemia–Wenus (dla uproszczenia jak na rys. 1). Czy istnieje możliwość jej wyznaczenia? Oczywiście, mam w tej chwili na myśli metodę paralaks geocentrycznych (rys. 2). Tu też wprowadziliśmy małe uproszczenie — obaj obserwatorzy znajdują się na tym samym południku [2].

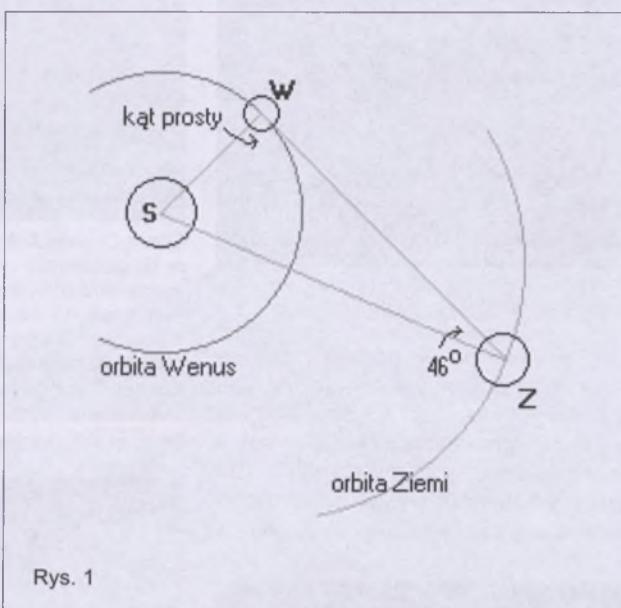
Metoda paralaks geocentrycznych wystarcza do wyznaczania odległości w ramach Układu Słonecznego. Jeśli chcemy sięgnąć dalej, np. do gwiazd, różnice między kątami a i b stają się niemierzalnie małe. Mogimy jednak wykorzystać większą bazę — średnicę orbity Ziemi (rys. 3). Jest to metoda paralaks heliocentrycznych. O metodzie tej myślał już Mikołaj Kopernik, ale ówczesne dokładności pomiaru kątów nie dawały takiej możliwości

(wymaga ona pomiaru kątów z dokładnością lepszą niż do 0,1 sekundy łuku). Udało się to dopiero w latach 1837–1838 (Struve, Bessel i Henderson). Tę właśnie datę możemy uznać za datę narodzin astrofizyki. Metoda nadaje się do pomiaru odległości stosunkowo bliskich gwiazd. A co z dalszymi?

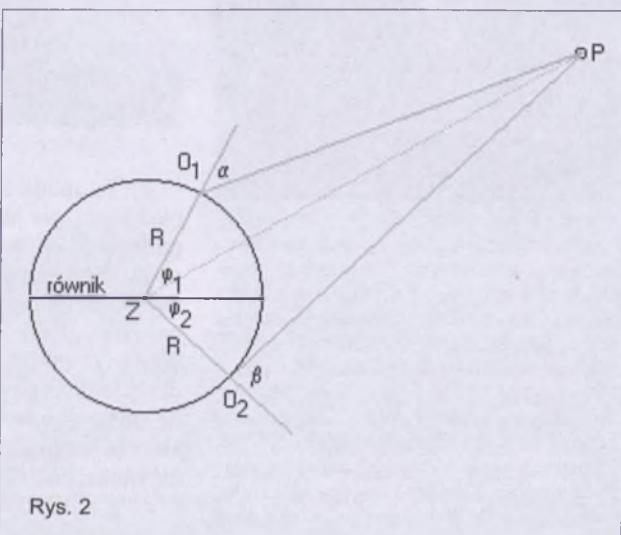
Istnieje prosta zależność między oświetleniem (natężeniem oświetlenia) a mocą źródła promieniowania [3]. Oparając się na rys. 4 mamy natychmiast:

$$\text{natężenie} = \frac{\text{moc}}{r^2}.$$

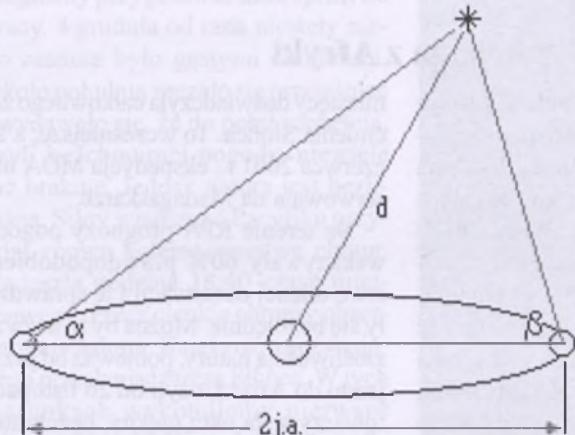
Natężenie oświetlenia możemy zmierzyć. Gdybyśmy znali moc źródła, pozostałyby jedna niewiadoma — odległość. Czy jest taka możliwość? Okazuje się, że dla pewnej grupy gwiazd zmiennych (cefeid) okres zmian ich jasności jest funkcją ich mocy promieniowania (jasności



Rys. 1



Rys. 2



Rys. 3

absolutnej). A to, co widzimy (i potrafimy zmierzyć), to natężenie oświetlenia (siatkówki oka, kliszy fotograficznej). Tę metodę, przez analogię do poprzednich, nazwano metodą paralaks fotometrycznych [3].

Dość dawno zauważono, że oprócz gwiazd na niebie widzimy też obiekty rozciągłe. Około 1787 r. powstał nawet katalog takich obiektów (katalog Messiera). Z czasem część z nich wyodrębniono pod wspólną nazwą mgławic (mgławica Andromedy, mgławica Koński Łeb). O odległościach do tych obiektów, a tym samym o ich naturze nie wiedziano prawie nic. W historii astronomii lata dwudzieste ubiegłego wieku nazywa się często okresem „wielkiego sporu”. Spór ten [4] dotyczył odległości (i natury) mgławic spiralnych. O tym, jak był trudny, mogą świadczyć oszacowania (lata 1907–1917) odległości do Wielkiej Mgławicy Andromedy. Uzyskiwano wyniki od 20 do 500 000 l. św. Dopiero w 1923 r. E. Hubble dostrzegł w tej mgławicy 3 cefeidy i mierząc okresy ich zmian blasku, uzyskał bliski prawdy wynik — 900 000 l. św. (współczesne wyznaczenia dają 2 300 000 l. św.). Obserwowany Wszechświat stał się znacznie, znacznie większy! Wiele mgławic okazało się być galaktykami podobnymi do Galaktyki Drogi Mlecznej. Cefeidy możemy dostrzec tylko w stosunku do bliskich galaktykach. Odległości do dalszych określają się najczęściej w oparciu o prawo Hubble'a stwierdzające, że galaktyki oddalają się od nas z prędkościami proporcjonalnymi do ich odległości:

$$u_r = Hr.$$

Prędkość radialną galaktyki możemy wyznaczyć opierając się na obserwowanym efekcie Dopplera. Jeśli znamy

wartość stałej Hubble'a (z czym do dzisiaj są pewne kłopoty), możemy wyznaczyć odległość r .

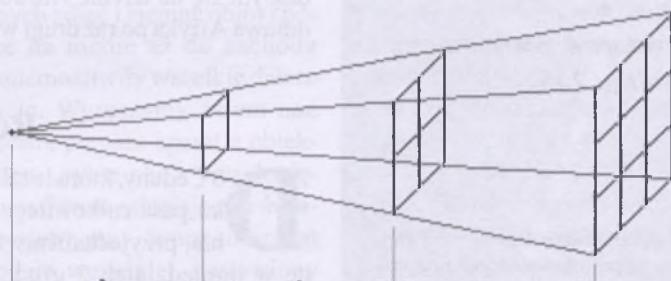
Interpretacja prawa Hubble'a sprawia pewne kłopoty. Młodzież prawie natychmiast wyciąga wniosek: skoro galaktyki oddalają się od nas, to my jesteśmy w środku Wszechświata. Niezrozumienie można dość prosto skorygować [5].

Historia powtórzyła się jeszcze przynajmniej dwukrotnie i dotyczyła odkrytych w 1963 r. kwazarów oraz nieco później błysków gamma (pierwsza publikacja o kosmicznym pochodzeniu błysków ukazała się w 1973 r. [6]). Sensowne wyjaśnienia natury kwazarów i źródeł błysków stało się możliwe dopiero po wyznaczeniu ich odległości.

Juliusz Domański

Literatura

- [1] J. Domański, *Astronomia i grawiacja*, WOM, Toruń 1993.
- [2] J. Domański, *Jak daleko stąd do Księżyca?*, „Postępy Astronomii” 1/1994.
- [3] J. Domański, *Magnitudo, co to takiego?*, „Urania–Postępy Astronomii”, 6/1998.
- [4] O. Struve, V. Zebergs, *Astronomia XX wieku*, PWN, Warszawa 1967.
- [5] J. Domański, *Elementy kosmologii*, „Urania–Postępy Astronomii” 1/1997.
- [6] T. Bulik, P. Lipszyc, *Zagadka błysków gamma*, „Urania–Postępy Astronomii” 4/1999.



Rys. 4

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

**Młodzieżowe
Obserwatorium
Astronomiczne
w Niepołomicach**
*zorganizowało dwie kolejne
wyprawy, by obserwować
całkowite zaćmienie Słońca
w dniu 4 grudnia 2002
w Afryce i Australii.*
**Do Parku Krugera
w Republice Południowej
Afryki pojechała ekipa
sześciuosobowa, zaś
do miejscowości Ceduna
w Australii dwie osoby
(fotografik i filmowiec).**
Dotychczas MOA
*zorganizowało ekspedycje
zaćmieniowe do Meksyku
(1991), na Węgry (1999)
i na Madagaskar (2001).
Oto relacje
obserwatorów zaćmienia
z 4 grudnia 2002*

Zdjęcia wykonane w trakcie opisywanych tutaj wypraw prezentujemy na drugiej stronie kolorowej wkładki:

1. Chromosfera — fot. T. Łubiarz (eksp. 1/125 s, obiektyw Sigma 500/5.6 + telekonwerter 2x, aparat Canon EOS 1N, film REALA Fuji 100, filtr czerwono-pomarańczowy 4xB&W)
2. Ekipa obserwatorów w Australii
3. Ślad Słońca na niebie w dzień zaćmienia (eksp. 6 godzin, od 14 do 20 czasu lokalnego, przesiona 22, obiektyw Zodiak 30 mm, aparat Kijew 88, film REALA Fuji 100, filtr szary słoneczny Soligor, fot. T. Łubiarz)
4. Faza częściowa (MTO 1000/10 + telekonwerter 2x, aparat Nikon F70, fot. T. Kretschmer)
5. „Diament” (MTO 1000/10 + telekonwerter 2x, aparat Canon EOS 300, fot. W. Piskorz)
6. Ekipa obserwatorów w RPA

Łowcy zaćmień

Relacja z Afryki

Pracownikom Młodzieżowego Obserwatorium Astronomicznego w Niepołomicach po raz czwarty było dane obserwować całkowite zaćmienie Słońca. Przez blisko rok przygotowywano ekspedycję, której celem stała się Republika Południowej Afryki, a ściślej — miejscowości Tshipise w jej północno-wschodniej części ($22^{\circ} 28' 00''$ S i $30^{\circ} 28' 33''$ E, 431 m n.p.m.). Ekspedycję zorganizowano wspólnie z Instytutem Meteorologii i Gospodarki Wodnej w Warszawie. Wyjazd sześciuosobowej grupy stał się możliwy wyłącznie dzięki pomocy Toyota Motor Poland oraz Autoryzowanego Dealera Toyota — Bielany z Warszawy, Towarzystwa Ubezpieczeń Nordea Polska, firmy Energopol — Warszawa S.A. oraz firmy Allcon z Gdyni.

Zaćmienie Słońca z 4 grudnia 2002 (Saros 142) widoczne było w pasie przebiegającym od środkowego Atlantyku poprzez południową Afrykę i kończącym się na terenie Australii. Południowa Afryka po raz drugi w ciągu 18

miesiący doświadczyła całkowitego zaćmienia Słońca. To wcześniejsze, z 21 czerwca 2001 r., ekspedycja MOA obserwowała na Madagaskarze.

Na terenie RPA prognozy pogody wskazywały 60% prawdopodobieństwo udanej obserwacji i te sprawdziły się bezbłędnie. Można by to nazwać złośliwością natury, ponieważ od przyjazdu do Afryki, czyli od 26 listopada towarzyszyła nam piękna, bezchmurna pogoda. Z racji zachmurzenia panującego w momencie zaćmienia plany fotograficzne nie zostały w pełni zrealizowane. Chmury uniemożliwiły m. in. rejestrację całego zjawiska na jednej klatce, wykonano jednakże kilkadziesiąt ujęć, z których dwa tutaj prezentujemy. Program obserwacji zaćmienia obejmował także rozbudowane pomiary meteorologiczne, których wyniki przedstawiamy na internetowej stronie Obserwatorium <http://moa.home.pl>

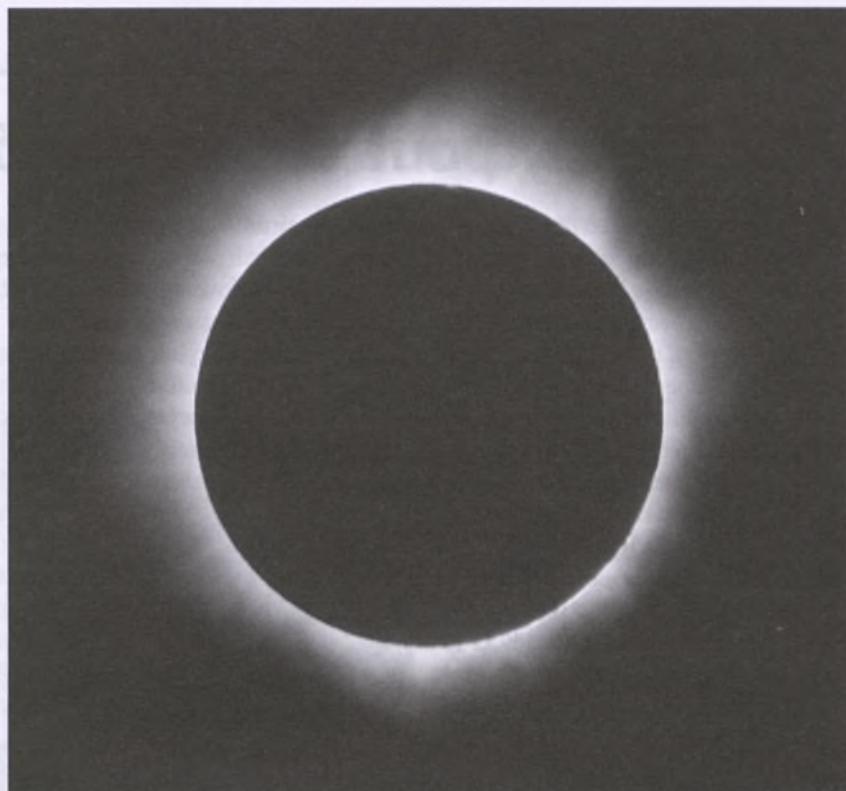
Teraz myślimy o majowym zaćmieniu na Islandii i Grenlandii...

Tymon Kretschmer

Relacja z Australii

Do Ceduny, która leżała w środku pasa całkowitego zaćmienia, przyjechaliśmy z Adelaiide w poniedziałek 2 grudnia, rano. Wraz z nami zaczęli przybywać obserwatorzy z całego świata. Specjalnymi samolotami przyleciało np. 400 zainteresowanych zaćmieniem Japończyków. Przybył również guru zaćmieniowców, prof. Jay Pasachoff z Williams College w USA. Miała to być jego 35 obserwacja tego fascynującego zjawiska. Towarzyszyła mu liczna grupa amerykańskich naukowców i studentów. Dwutysięczne miasteczko przygotowało się na swój wielki dzień. Dla przybyszów przygotowano liczne atrakcje, koncerty, występy, pokazy akrobacji lotniczych. Sklepy oferowały wielki wybór gadżetów nawiązujących do nadchodzącego zjawia-

gorsze, z dużym zachmurzeniem. Ostatecznie zapadła decyzja o zainstalowaniu stanowisk obserwacyjnych na farmie, w której mieszkałyśmy. Po otwarciu okien i wyjęciu moskitier mogliśmy przygotować nasz sprzęt do pracy. 4 grudnia od rana niestety niebo zasnute było gęstymi chmurami. Około południa zaczęło się przejaśniać i wydawało się, że do pełni szczęścia, czyli bezchmurnej pogody, niewiele już brakuje. Jednak natura jest bezlitosna. Silny wiatr znad Pacyfiku przywiązał znowu kolejną warstwę chmur. Nadeszła godzina 18:40 czasu miejscowego. Przez cienkie chmury obserwujemy kontur Księżyca, zaczynającego przesłaniać tarczę Słońca. W tych warunkach wykonujemy pierwsze zdjęcia. Nadchodzi godzina zero, dla nas 19:40. Coraz bardziej przesłaniający tarczę Słońca Księżyc zaczyna chować się za chmurami. I nagle przeszędza się na tyle, że w luce ukazuje się całkowicie zasłaniająca Słońce czarna tarcza Księżyca, okolona poświatą korony słonecznej. Zapadają ciemności, tylko nad widocznym na horyzoncie buszem unosi się pomarańczowa luna. Stadko białych papug szuka sobie miejsca na nocleg. Jest pięknie i groźnie zarazem. Nad Ceduną wznoszą się kolorowe fajerwerki, słysząc krzyk zachwyconego tłumu. Pracujemy w ciszy i skupieniu. W pomieszczeniu słychać tylko trzask migawek aparatów fotograficznych, przy pomocy których realizujemy program zdjęć, ułożony przez Grzegorza Sęka — astronoma, pracownika MOA w Niepołomicach. Dwa aparaty z teleobiektywami, sterowane programowo z przenośnego komputera, wykonują przez filtry polaryzacyjne serię kilkunastu zdjęć korony słonecznej. Trzeci aparat, sterowany ręcznie przez Tadeusza Łubiarza, służy do wykonywania zdjęć protuberancji słonecznych z użyciem filtra czerwonego. Wszystko to dokumentuje kamera video, ja obsługuje drugą kamerę z teleobiektywem i szarym filtrem, nastawioną bezpośrednio na zaćmiewane Słońce. Po kilkunastu sekundach ciemne chmury zasłaniają nam wszystko. Z miasteczka dochodzi pomruk niezdowolenia tłumu obserwatorów. Niestety, nie było nam dane zobaczyć bardzo widowiskowej fazy kończącej całkowite zaćmienie, czyli tzw. dia-



Chromosfera i korona sfotografowane za pomocą MTO 1000/10 z telekonwerterem 2x (aparat Canon EOS 300). Fot. W. Piskorz

mentu. Kontaktujemy się telefonem komórkowym z młodzieżą dyżurującą w MOA przy komputerach, przekazujemy na gorąco relację i otrzymujemy informację o przebiegu obserwacji zaćmienia w RPA.

Jeszcze kilka luk w chmurach, kilka kolejnych zdjęć i ciemne obłoki pozostające na niebie aż do zachodu Słońca uniemożliwiły wszelkie dalsze obserwacje. Wyruszamy zatem nad brzeg oceanu po nasz aparat z obiektywem typu „rybie oko”, przesłoniętym szarym filtrem osłabiającym światło sto tysięcy razy, który to aparat sześć godzin wcześniej, nastawiony na niebo, ukryliśmy w buszu, otwierając migawkę. Celem takiego postępowania jest otrzymanie śladu ruchu tarczy słonecznej na dziennym niebie oraz jego „przygasania” wskutek zaćmienia. Wieczorem przeglądamy materiał video, konstatując z zaskoczeniem, że mamy na filmie całą fazę całkowitą. Zdjęcia wywołujemy już w drodze powrotnej, w Adelaide, skąd po zeskanowaniu wysyłamy je wraz z reportażem drogą elektroniczną do Niepołomic. Znajdują się na internetowej stronie MOA za kilka dni. Z Adelaide via Melbourne lecimy na Tasmanię, gdzie będziemy filmować i fotografować tamtejszą przyrodę.

Do Polski wracamy dopiero po miesiąccu, święta Bożego Narodzenia spędzamy w samolocie. W Obserwatorium poddajemy analizie materiały fotograficzne i filmowe, przeglądając ruchem poklatkowym rejestrację fazy całkowitej, korygujemy wcześniejsze spostrzeżenia. Określamy następujące parametry liczbowe, dotyczące wykonanych badań.

Współrzędne miejsca obserwacji:

$$\begin{aligned}\phi &= 32^{\circ}05'47,4'' \text{ S} \\ \lambda &= 133^{\circ}39'24,9'' \text{ E}\end{aligned}$$

wyznaczono aparatem GPS typ Garmin 45XL z dokładnością do 15 m.

Ten sam przyrząd posłużył do nawiązania z czasem UT generatora Character Panasonic Generator WWCG2E ustalającego wewnętrzny czas kamery video.

II kontakt: $9^{\text{h}} 10^{\text{m}} 12,1^{\text{s}}$ UT $\pm 0,1^{\text{s}}$

III kontakt: $9^{\text{h}} 10^{\text{m}} 45,2^{\text{s}}$ UT $\pm 0,1^{\text{s}}$

Czas trwania fazy całkowitej: $33,1^{\text{s}}$
 $\pm 0,2^{\text{s}}$.

Materiał fotograficzny i filmowy zgromadzony w czasie obydwu ekspedycji będzie stopniowo opracowywany w naszym obserwatorium, stanowiąc znakomitą bazę dydaktyczno-naukową dla nauczycieli prowadzących zajęcia astronomiczne z młodzieżą.

Mieczysław Janusz Jagla

Widzieliśmy po raz kolejny zaćmienie Słońca!

Dnia 4 grudnia 2002 r. nastąpiło całkowite zaćmienie Słońca. Można je było obserwować w całej południowej Afryce od wybrzeża Angoli (49 s), przez Zambię, Zimbabwe, Botswanę po RPA (około 1 min 25 s) i Mozambik (około 1 min 32 s), następnie Ocean Indyjski (około 2 min 35 s), koniec pasa zaćmienia całkowitego był na południowo-zachodnim wybrzeżu Australii (około 30 s). Najkrótszy czas trwania fazy całkowitej wynosił 26 s na Oceanie Atlantyckim, 22 s w Australii, natomiast najdłuższy czas trwania fazy całkowitej miał miejsce z dala od lądów na Oceanie Indyjskim i wynosił 02 min 3,8 s. Szerokość pasa zaćmienia w najszerzym miejscu wynosiła 87 km.

W tym roku przewidywane warunki pogodowe były optymistyczne i tak też było prawie w całej Afryce, z wyjątkiem wschodniego wybrzeża (w tym najbardziej rozreklamowanego Narodowego Parku Krugera) oraz zachodnich wybrzeży Australii, gdzie zaćmienie było widoczne najgorzej. Nie zniechęciło to jednak tysiący obserwatorów z całego świata, którzy niejednokrotnie pokonali tysiące kilometrów, aby obserwować w Afryce lub Australii jedno z najpiękniejszych zjawisk astronomicznych, jakie dała nam natura. Bardzo często przy okazji zaćmień organizowane są tzw. *eclipse*

party (jednak drogie na naszą kieszeń), podczas których w pasie zaćmienia całkowitego budowane są specjalnie ogromne kompleksy campingowe z polami namiotowymi, parkingami, zapleczem gastronomicznym i sanitarnym oraz rozrywkowym. Na świecie jest to bardzo popularny sposób obserwowania zaćmień, często jednak

zem do Republiki Południowej Afryki. Było to już moje czwarte obserwowane z sukcesem i zarejestrowane przy pomocy profesjonalnego sprzętu fotograficzno-astronomicznego zaćmienie Słońca (poprzednie zaćmienia to: 2001 r. — Madagaskar, 1999 — Węgry, 1996 — Polska), a dla Marcina Podgórskiego trzecie (poprzednie: 2001 r. — Zambia, 1999 — Węgry).

Celem wyprawy do RPA była obserwacja i rejestracja przebiegu całkowitego zaćmienia Słońca. Wiązało się to najpierw z niełatwym problemem dotarcia do środka pasa zaćmienia całkowitego, a później z emocjami z powodu zmiennej pogody. Wykonaliśmy zdjęcia wszystkich ważniejszych momentów zaćmienia: fazy częściowej, korony i protuberancji podczas fazy całkowitej. W tym roku można było zaobserwować piękną, niemal symetryczną koronę słoneczną. Ulega ona zmianom zgodnie z cyklami aktywności Słońca, które trwają około 11 lat. Koronę słoneczną w warunkach naturalnych możemy obserwować z Ziemi tylko w czasie całkowitych zaćmien Słońca. Poza zaćmieniami astronomicznie obserwują koronę słoneczną, sztucznie zasłaniając tarczę Słońca w przyrządzie zwany koronografem. Można też było zaobserwować przepiękne i potężne protuberancje, które są jednym z przejawów aktywności Słońca.

Planujemy kolejne wyprawy: tym razem, pierwszy raz w historii Polski, w okolice dwóch biegunów zimna, aby obserwować obrączkowe zaćmienie Słońca 31 maja 2003 r. na Grenlandii lub w Islandii (będzie widoczne również w całej Polsce jako zaćmienie częściowe o najgłębszej fazie na wybrzeżu 86%) oraz całkowite zaćmienie Słońca 23 listopada 2003 na Antarktydzie!

Marcin Sienko

Całkowite Zaćmienie Słońca 4 grudnia 2002 r.

Współrzędne miejsca obserwacji:

S: 22,47056

E: 30,46315

Czas trwania fazy całkowitej: 1m 25,9 s (dla naszej wyprawy)

Faza zaćmienia

Pierwszy kontakt (początek fazy częściowej)	Czas UT	h
Drugi kontakt — (początek fazy całkowitej)	05:12:45	27,3°
Max. zaćmienie	06:19:31	42,3°
Trzeci kontakt — (koniec fazy całkowitej)	06:20:14	42,5°
Czwarty kontakt — (koniec fazy częściowej)	06:20:57	42,7°
	07:37:09	60,1°

h — wysokość Słońca nad horyzontem

Aby uzyskać czas obowiązujący w Polsce i w RPA, należy do czasu UT dodać 2 godziny.



Fot. M. Sienko

ma to więcej wspólnego z przemysłem rozrywkowym i masowymi imprezami niż astronomią. Według mnie traci się wtedy urok tego zjawiska i nie jest to dobre miejsce do realizacji skomplikowanego programu zdjęć i obserwacji. Razem z Marcinem Podgórkim mieliśmy w 2002 r. ogromną satysfakcję z przygotowania i realizacji kolejnej wyprawy zaćmieniowej, tym ra-

Więcej zdjęć, informacji na temat wyprawy i zaćmień:

www.marcinsienko.republika.pl

www.zacmienie2002.astrohobby.net



Tragiczny finał Columbii

Wdniu 1 lutego 2003, w czasie powrotu z 28 misji kosmicznej, rozpadł się na wysokości 63 km amerykański samolot kosmiczny¹ Columbia.

Zginęła cała 7-osobowa załoga (w tym 2 kobiety — jedna narodowości indyjskiej i pierwszy kosmonauta² z Izraela — Ilan Ramon).

Przyczyny nie są znane, ale za najprawdopodobniejszą uważa się odpadnięcie części osłony termicznej kosmoplany, chroniącej przed nagrzewaniem aerodynamicznym wywoływanym przez adiabatyczne sprężanie powietrza przed przedżyciem obiektem.

Osłona żaroodpornej składa się z około 20 000 płyt (15×15 cm) wykonanych z włókna krzemowego, które nakleja się na najbardziej zagrożone elementy samolotu kosmicznego.

Otoż regułą jest, że podczas startu kilka płytek odpada. W czasie dotychczasowych 112 lotów nie stanowiło to zagrożenia. Po obecnym starcie doniesiono jednak z Kosmodromu Kennedy'ego, że „kawałek osłony wbił się w lewe skrzydło”. Zostało to jednak zbagatelowane. (I tak nic na to nie można było poradzić). Być może tym razem uszkodzenie było poważniejsze. Gdy kosmoplan wleciał do atmosfery, mogły zacząć odpadać kolejne płytki w okolicy uszkodzonego miejsca, co doprowadziło do gwałtownego nagrzania konstrukcji i dosłownego rozsypania się całego samolotu kosmicznego.

Podawane są też inne możliwe przyczyny katastrofy: awaria systemu silniczków sterowniczych czy dwóch silników manewrowych (stosuje się w nich przechowywalne substancje: hydrazynę i czterotlenek azotu, których własnością jest samozapłon po zmieszaniu — ewentualna awaria może więc być nadzwyczaj groźna) lub wadliwa orientacja przestrzenna kosmopla-

¹ Nie wiadomo, dlaczego używa się w Polsce nazw „prom” lub „wahadłowiec”. Space Shuttle nie oznacza ani jednego, ani drugiego.

² Według terminologii amerykańskiej — astronauta.

nu w czasie wlotu do atmosfery. (Obie przyczyny wydają się mało prawdopodobne).

Nie można wykluczyć też sabotażu przed startem, dokonanego przez „terrorystów”, choć NASA zdecydowanie odzegnuje się od takiej możliwości.

A więc na 113 lotów wydarzyły się 2 tragiczne katastrofy: Challengera (28 stycznia — poległa wtedy cała siedmioosobowa załoga) i katastrofa obecna. Kosmoplany nie są więc tak bezpiecznym statkiem kosmicznym (ryzyko wynosi 1/60 na lot), jak zapowiadano. Również koszty lotów są kilkanaście razy większe niż obiecywano.

Niewątpliwie w lotach trzech pozostałych samolotów kosmicznych nastąpi długotrwała przerwa. Mówią się nawet o tym, że nie zostaną one wznowione ze względu na zużycie kosmoplany.

Tak czy inaczej, bardzo to utrudni łączność z Bazą Satelitarną ALFA, gdyż jedyny środek łączności będą stanowić niewielkie (trzyosobowe) rosyjskie statki kosmiczne Sojuz. Co prawda jeszcze w bieżącym roku na pomoc będą mogły przyjść chińskie statki kosmiczne, ale mają one również małe rozmiary.

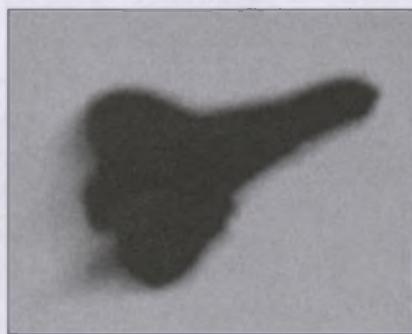
Andrzej Marks



Załoga STS-107. Z przodu siedzą: Rick Husband (dowódca) i Willie McCool (pilot). Za nimi stoją (od lewej): Dave Brown, Laurel Clark, Kalpana Chawla, Mike Anderson (payload commander) oraz payload specialist Ilan Ramon, reprezentant Izraelskiej Agencji Kosmicznej



Kadr telewizyjnej relacji CNN ukazujący spadające szczątki Columbii. Te zdjęcia natychmiast po katastrofie obiegły świat



Zdjęcie Columbii na ok. minutę przed katastrofą, wykonane za pomocą 3,5-calowego teleskopu i starego komputera

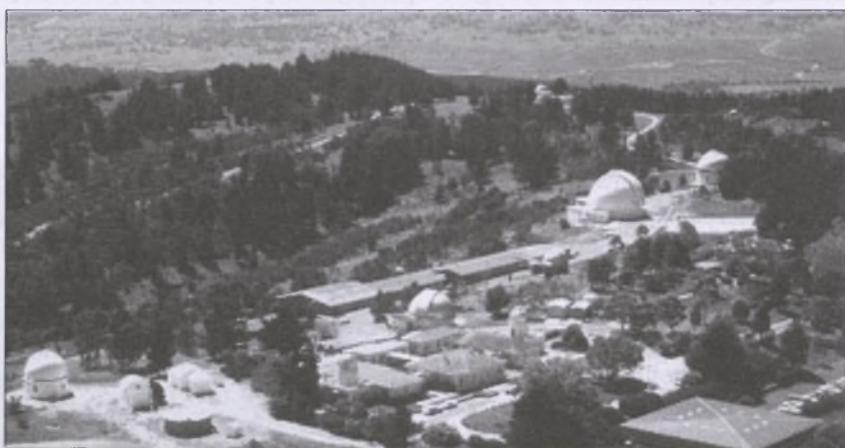
Pożar na Mount Stromlo

Wsobotę 18 stycznia br. spłonęło obserwatorium Narodowego Uniwersytetu Australijskiego (ANU) na Mt. Stromlo koło Canberry. Pożar zniszczył zarówno pawilon obserwacyjny z teleskopami, jak i budynek obserwatorium z biblioteką oraz pracowniami astronomów i studentów.

Mount Stromlo i stworzone na jego bazie, już w nowej lokalizacji, obserwatorium Siding Spring to jeden z wiodących w dziedzinie astronomii optycznej ośrodków na świecie. Głównym obszarem zainteresowań pracujących tam badaczy jest astrofizyka gwiazd i materii międzygwiazdowej oraz kosmologia. Obserwatorium zatrudnia około 80 osób, w tym 25 astronomów wspieranych przez grupę 20 młodych doktorów odbywających tam swoje staże. To jedna z najstarszych instytucji Związku Australijskiego, istniejącą (początkowo jako obserwatorium słoneczne) formalnie od 1924 r., choć pierwszy teleskop stanął na szczycie już w roku 1911. Złoty okres w rozwoju obserwatorium zaczął się pół wieku temu, kiedy to oddano do użytku cztery duże instrumenty, w tym przeniesiony z Melbourne teleskop o średnicy lustra 1,2 metra (zbudowany w roku 1868; przez kilka dekad był to największy na świecie instrument o montażu równikowym) oraz teleskop o średnicy prawie 1,9 metra — przez około 20 lat największy (razem z południowoafrykańskim) na południowej półkuli. Prowadzone na bieżąco prace konserwatorskie oraz zastosowanie

nowoczesnego wyposażenia pozwoliły obu instrumentom pozostać ważnymi narzędziami badawczymi aż do niedawnej tragedii. Mniejszy instrument ma np. na swoim koncie liczne obser-

wacje w ramach projektu poszukiwań ciemnej materii MACHO. Ich strata będzie stratą nie tylko dla astronomii australijskiej, ale i dla społeczności astronomicznej na całym świecie. (kr)



Panorama obserwatorium Mt. Stromlo przed pożarem



Po lewej pawilon i kopuła 23 cm refraktora Oddie pracującego na Mt Stromlo od 1911 r. Po prawej szczątki 50 calowego (1,2 m) reflektora, zwanego „Wielkim Reflektorem z Melbourne”, który został zbudowany w 1868 r., a kompletnie odnowiony i zmodernizowany w latach 90., służył ostatnio do poszukiwania ciemnej materii we Wszechświecie w programie MACHO



1 m teleskop służący do laserowych pomiarów odległości do Księżyca



26 calowy (65 cm) refraktor Yale-Columbia zbudowany w 1923 r.

Najodleglejsza planeta

Astronomowie znaleźli najbardziej, jak dotąd, odległą planetę pozasłoneczną, rozwijając przy tym obiecującą technikę odkrywania nowych światów. Informacja ogłoszona na spotkaniu Amerykańskiego Towarzystwa Astronomicznego (AAS, American Astronomical Society) w Seattle wytycza drogę potężnej fali detekcji planet w następnych kilku latach.

Obiekt, oznaczony OGLE-TR-56b, jest niezwykły na wiele sposobów. Leży około 5000 lat świetlnych stąd w porównaniu zaledwie dziesiątkami lat światła w wypadku większości znanych planet pozasłonecznych. Okrąża swoją gwiazdę blisko, pędząc na złamanej karku, w ciągu 29 godzin, w odległości jedynie 4,5 jej promienia (0,023 jednostki astronomicznej). Jest stosunkowo lekki (około 0,9 masy Jowisza), mimo to nieco większy rozmiarem od Jowisza. Co zaś najważniejsze, to pierwszy obiekt pierwotnie wykryty metodą „przejścia”: poszukiwania oznak obiektu systematycznie przechodzącego przed gwiazdą i zasłaniającego niewielką ilość jej światła.

Aż dotąd niemal wszystkie planety pozasłoneczne zostały odkryte dzięki precyzyjnym pomiarom prędkości radialnych gwiazd. Gigantyczne planety powodują niewielkie grawitacyjne wahania okrążanej gwiazdy. Dokładnie przyglądając się gwiazdom w poszukiwaniu takich wałań prędkości, astronomowie mogą wyznaczyć okres orbitalny planety, spłaszczenie jej orbity oraz dolną granicę masy. Kilka zespołów śledziło tysiące potencjalnie wahających się gwiazd z grubsza od dziesięciu lat i znalazło około 100 planet pozasłonecznych. Z tą techniką wiążą się jednak dwa problemy: wymaga dużo czasu na wielkich teleskopach oraz nie podaje rzeczywistej masy planety, a jedynie jej dolną granicę. Statystycznie, w większości wypadków, wartość ta będzie bardzo bliska masie rzeczywistej, w niektórych może być jednak bardzo zaniona — co gorsza nie da się rozróżnić tych wypadków.

W ciągu kilku ostatnich lat zaczęto rozważać nowe podejście do polowania na planety. W ponad dwudziestu projektach szuka się planet poprzez monitorowanie ogromnej liczby gwiazd w celu wykrycia zjawiska przejścia. Pojawiły się liczne problemy związane z tą metodą, jednakże jedna z grup właśnie wysunęła się na czoło łowców. Andrzej Udalski

(Obserwatorium Uniwersytetu Warszawskiego) i jego ośmiu kolegów z projektu OGLE III przyrzeli się 52 000 gwiazd podobnych do Słońca w gwiazdozbiorze Strzelca w poszukiwaniu oznak przejścia. W zeszłym roku ogłosili listę ponad 40 gwiazd wykazujących objawy systematycznego przesłaniania przez małe, słabe ciała.



Wizja artystyczna gigantycznej planety przypiekającej się w pobliżu gwiazdy OGLE-TR-56, około 5000 lat świetlnych stąd w Strzelcu. Dzięki uprzejmości Davida A. Aguilara/CfA

Problemem było stwierdzenie, co to za obiekty: wielkie planety, brązowe karły czy słabe czerwone karły — wszystkie o zbliżonych rozmiarach fizycznych. Dodatkowo zmiany w normalnych układach podwójnych mogą ukryć efekt przejścia, podobnie jak maskowanie zwykłych gwiazd zaćmieniowych przez niezwiązane jasne gwiazdy tła lub przed obiektem. Każdy podejrzany wypadek wymaga potwierdzenia, metodą prędkości radialnych, z czym mamy do czynienia.

Na spotkaniu AAS zespół prowadzony przez Macieja Konackiego (Caltech) i Dimitara Sasselova (Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics) ogłosił pierwsze potwierdzenie metodą prędkości radialnych istnienia planety podejrzewanej dziękni metodzie przejścia OGLE. Korzystając z kilku dużych teleskopów, w tym dziesięciometrowego teleskopu Kecka na szczycie Mauna Kea na Hawajach, astronomowie wykluzyli większość podejrzeń OGLE jako gwiazdy podwójne. Jednak obiekt orbitujący wokół OGLE-TR-56 okazał się mieć zaledwie masę Jowisza...

Zdaniem Sasselova poszukiwanie najpierw przejść zamieści zmian prędko-

ści radialnej pozwoli astronomom rozszerzyć obszar poszukiwań planet pozasłonecznych z kilkuset do 8000 lat świetlnych. A co więcej, zbiór gwiazd potencjalnie nadających się do sprawdzenia wzrosnie z 40 000 do ponad 100 mln. Jednakże metoda przejścia działa tylko w rzadkich wypadkach, gdy orbita planety leży niemal dokładnie w płaszczyźnie naszego widzenia. To praktycznie eliminuje wszystkie orbitujące światy za wyjątkiem bliskich, „gorących Jowiszy” podobnych do OGLE-TR-56b.

Jednak po wykryciu przejścia dalsze obserwacje prędkości radialnych mogą być znacznie wydajniejsze niż poszukiwanie na ślepco. Przy znanej orbicie astronomowie mogą zaplanować obserwacje na czas, gdy przewidywane wahania prędkości będą największe. Wiedząc dokładnie, gdzie i kiedy patrzeć, można mierzyć prędkości słabych gwiazd. Zwykłe pomiary przeglądowe słabych gwiazd są zbyt czasochłonne, by je wykonać. (Sama OGLE-TR-56 jest bardzo słaba: 16,6 mag.).

Znany jest tylko jeden inny przypadek przejścia planety. Świat orbitujący wokół HD 209458, 174 lat świetlnych stąd w Pegazie, pierwotnie został odkryty metodą prędkości radialnych. Później stwierdzono efekt przejścia.

Będąc tak blisko gwiazdy, OGLE-TR-56b powinien być rozgrzany do czerwoności — około 1900 K na stronie zwróconej do gwiazdy. W tej temperaturze, zgodnie z modelami teoretycznymi, w jego atmosferze mogą istnieć chmury pary żelaza powodujące ciekłe, żelazne deszcze.

Oprac. T. Kundera



Astronomowie mogą wykryć przejście dużej planety, śledząc jasność gwiazdy w długich okresach czasu. Jeśli jasność nieznacznie spada w charakterystyczny sposób, powodem może być przesłaniająca sylwetkę orbitującego świata. Zdarza się to tylko w rzadkich wypadkach, gdy orbita planety leży w płaszczyźnie naszego widzenia. Ilustracja: Steven Simpson



Nowe dowody na istnienie ciemnej materii

Obserwatorium rentgenowskie Chandra dostarczyło nowych dowodów na istnienie ciemnej materii. Kwestionują one alternatywne teorie grawitacji, które eliminowały potrzebę istnienia ciemnej materii. Obserwacje również uściślają, z czego ta materia może się składać.

Obserwacje rentgenowskie galaktyki NGC 720, wykonane przez rentgenowskie obserwatorium Chandra i opracowane przez zespół naukowców w składzie: David Buote (University of California), Tesla Jeltema i Claude Canizares (Massachusetts Institute of Technology), ujawniły istnienie nieznacznie spłaszczonej otoczki gorącego gazu otulającej galaktykę. Konkretny ten (na obrazku z lewej) jest zdecydowanie inaczej zorientowany niż materia galaktyki uwidoczniona w świetle widzialnym (na obrazku z prawej). Spłaszczenie otoczki wywołane jest oddziaływaniem grawitacyjnym z materią tworzącą galaktykę. Tyle tylko, że gwiazd i gazu jest zbyt mało, aby wywołać tak wyraźne spłaszczenie.

Według powszechnie obowiązującej teorii grawitacji stabilność obłoku gorącego gazu (widocznego w zakresie rentgenowskim) zależy od tego, jak silne jest oddziaływanie grawitacyjne na ten obłok. W przypadku NGC 720 potrzeba dodatkowego źródła pola grawitacyjnego w postaci halo utworzonego z ciemnej materii. Masa potrzebna do wygenerowania takiego pola musiałaby być ok. 5-10 razy większa niż masa wszystkich gwiazd tej galaktyki. Gdyby rozkład ciemnej materii odpowiadał rozkładowi materii świecącej, wówczas obłok rentgenowski miałby bardziej sferyczny kształt. Spłaszczenie obłoku wskazuje na taki samo spłaszczenie ciemnego halo.

W roku 1983 Mordehai Milgrom (Weizmann Institute, Israel) zapropono-

wał pewną modyfikację praw grawitacji (teoria ta nosi nazwę MOND, skrót od angielskiej nazwy Modified Newtonian Dynamics). Modyfikacja ta polega na wprowadzeniu innej niż newtonowska zależności pomiędzy siłą a przyspieszeniem. W teorii Newtona zależność ta jest liniowa (stałą proporcjonalnością jest masa), natomiast według MOND siła w zakresie małych przyspieszeń jest mniejsza niż u Newtona. Innymi słowy, dla małych przyspieszeń (takich, jak np. na obrzeżach galaktyk) wystarczy mniejsza masa, aby wywołać dany efekt, niż w przypadku teorii Newtona. MOND znakomicie obywa się bez ciemnej materii. Jednakże przypadek NGC 720 zdecydowanie dyskwalifikuje tę teorię!

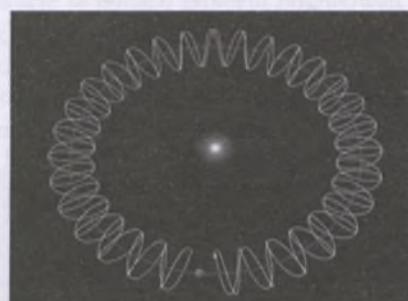
Według Davida Buote'a (University of California) „...kształt i orientacja obłoku gorącego gazu są ściśle zdeterminowane przez rozkład halo, utworzonego przez ciemną materię”. To niezaspodziewanie dowodzi, że istnienie ciemnej materii nie jest iluzją spowodowaną nieścisłościami teorii grawitacji!

Materiały uzyskane przez satelitę Chandra odnoszą się również do innych przewidywań dotyczących ciemnej materii. Obserwacje pasują do teorii, według której ciemna materia składa się z powolnych cząsteczek, które oddziałują ze sobą oraz z resztą materii tylko poprzez grawitację. Istnienie np. samooddziałującej ciemnej materii lub zimnej ciemnej materii molekularnej pociągałoby za sobą inne rozkłady halo (odpowiednio: bardziej sferyczny lub bardziej spłaszczony). Jest to sprzeczne z obserwacjami.

Niewątpliwą zaletą obserwatorium Chandra jest możliwość dokładnej identyfikacji i lokalizacji punktowych źródeł promieniowania, które mogą zakłócić obraz rozmytej emisji rentgenowskiej.

Dzięki temu pomiary kształtu i orientacji obrazów są bardzo dokładne.

Oprac. B.Kulesza-Żydzik



Asteroida 2002 AA29

Asteroida odkryta w 2002 r., nazwana 2002 AA29 okazała się bardzo ciekawym obiektem. Jak donoszą autorzy artykułu, który ukazał się w czasopiśmie „Meteoritics and Planetary Science”, za około 600 lat asteroida ta stanęła się quasi-satelitą Ziemi. Teraz co 95 lat zbliża się do Ziemi. Ostatnie takie zdarzenie miało miejsce 8 stycznia 2003 r. Asteroida 2002 AA29 była jednak znacznie dalej niż Księżyca i mogła być obserwowana jedynie przez duże teleskopy.

Obszar zawierający znaczną część tego typu obiektów znajduje się między Marsem a Jowiszem. Znamy ko-orbitalne¹ asteroidy podobne w pewnym sensie do 2002 AA29 dla orbity Jowisza czy orbity Marsa, jest to jednak pierwszy taki obiekt dla ziemskiej orbity. Wiemy o istnieniu kilku takich obiektów oddziałujących z polem grawitacyjnym Ziemi, ale nie są one tak blisko naszej orbity jak asteroida 2002 AA29. Orbita tego obiektu jest prawie kołowa, tak jak zemska, lecz tylko nieznacznie nachylona. Nie należy się obawiać bliskości 2002 AA29. Współdziałanie grawitacji Słońca i Ziemi sprawia, że jesteśmy chronieni przed zderzeniem z tym ciałem niebieskim. Odkrywcy mają nadzieję, że jeśli wyniki się potwierdzą, to 2002 AA29 stanie się przykładem istnienia ciał poruszających się blisko orbity Ziemi oraz umożliwi odkrywanie obiektów, których orbity jeszcze bardziej pokrywają się z orbitą Ziemi. (pw)



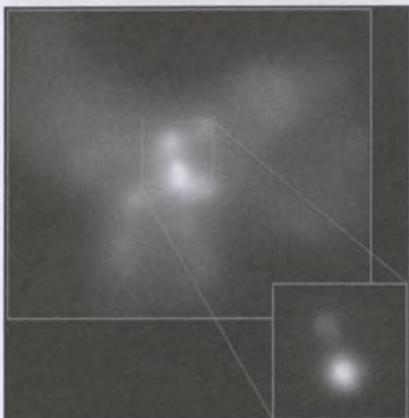
Galaktyka NGC 720 w promieniach rentgenowskich (z lewej) i w świetle widzialnym (z prawej). Fot. NASA/Boute et. al., DSS/STScI



¹ Jeśli asteroida jest koorbitalna dla Ziemi, to oznacza, że mamy do czynienia z rezonansem 1:1 jej i ziemskego ruchu średniego. Innymi słowy, jej ruch średni dookoła Słońca jest identyczny z ruchem średnim Ziemi również dookoła Słońca. Nie oznacza to jednak, że w danym momencie oba te obiekty poruszają się z identyczną prędkością.

Odkryto dwie supermasywne czarne dziury w centrum tej samej galaktyki

Dzięki danym z satelity Chandra (NASA) naukowcy po raz pierwszy posiadają dowód na istnienie dwu supermasywnych czarnych dziur w centrum tej samej galaktyki. Czarne dziury okrążają się nawzajem, a za kilkanaście milionów lat połączą się, tworząc jedną większą czarną dziurę. Fuzja ta uwolni w przyszłości intensywne promieniowanie oraz fale grawitacyjne.



Obraz galaktyki NGC 6240 uzyskany z satelity Chandra. Jej kształt przypominający motyla jest wynikiem kolizji dwóch mniejszych galaktyk.

Fot. NASA/CXC/MPE/S.Komossa et al.

Zdjęcie Chandry ujawniło, że jądro niezwykle jasnej galaktyki NGC 6240 zawiera nie jedną, ale dwie gigantyczne czarne dziury, które akreują (ściągają) materię z otaczającego je ośrodka. Odkrycie pokazało, że masywne czarne dziury mogą wzrastać w wyniku fuzji (łączenia) w centrach galaktyk. Ucznieli mają nadzieję, że w przyszłości te zagadkowe procesy będą badane przez kosmiczne obserwatoria fal grawitacyjnych. Już dziś istnieją detektory fal grawitacyjnych, ale ich czułość jest wciąż zbyt mała dla tego rodzaju badań.

Obserwujący w zakresie krótkich fal elektromagnetycznych satelita Chandra wyraźnie rozróżnił dwa jądra galaktyki i dokładnie zbadał własności promieniowania X pochodzącego z każdego jądra. Dane Chandry pokazały cechy charakterystyczne dla supermasywnych czarnych dziur — nadwyżkę wysokoenergetycznych fotonów pochodzących z gazu, który krąży wokół czarnej dziury oraz promieniowanie X z fluorescencyjnych atomów żelaza w gazie blisko czarnych dziur.

Wczesniejsze obserwacje w zakresie fal X pokazały jedynie, że obszar

centralny produkuje promieniowanie X, podczas gdy dokładniejsze obserwacje prowadzone w zakresie radiowym, podczerwonym i optycznym ujawniły dwa jasne jądra. Natura tego centralnego obszaru pozostawała zagadką. Astronomowie nie wiedzieli, gdzie dokładnie umiejscowione są źródła obserwowanego promieniowania X, nie znane również były właściwości dwóch jasnych jąder.

„Mieliśmy nadzieję, że z pomocą Chandry określmy, które jądro jest supermasywną czarną dziurą” — powiedziała Stefanie Komossa z Max Planck Institute (Niemcy), główny autor artykułu na temat odkrycia, który ukaże się w „Astrophysical Journal Letters”. „Ku naszemu olbrzymiemu zdziwieniu odkryliśmy, że oba jądra to aktywne czarne dziury!”

Znajdująca się w odległości około 400 mln lat świetlnych NGC 6240 jest klasycznym przykładem masywnej galaktyki, w której gwiazdy formują się w wyjątkowo szybkim tempie z powodu niedawnej kolizji i późniejszego łączenia dwóch mniejszych galaktyk. Ponieważ takie galaktyki zawierają duże ilości pyłu i gazu, trudno jest zajrzeć głęboko w centralne obszary przy pomocy teleskopu optycznego. Jednakże promienie X dochodzące z jądra galaktycznego są w stanie przeniknąć ten welon gazu i pyłu.

„Detekcja podwójnych czarnych dziur potwierdza pogląd, że czarne dziury mogą wzrastać do olbrzymich mas w centrach galaktyk w wyniku łączenia się z innymi czarnymi dziurami” — powiedziała Komossa. „Jest to ważne dla zrozumienia, jak galaktyki powstają i jak się rozwijają.”



Artystyczna wizja czarnej dziury otoczonej przez dysk gorącego gazu oraz obwarunek chłodniejszego gazu i pyłu. Jasny pierścień wewnętrzny torusa jest wywołany fluorescencją atomów żelaza, które wzbudzane są przez promienie X biegające z dysku gorącego gazu.

Rys. CXC/ M.Weiss

W ciągu kolejnych kilkuset milionów lat dwie czarne dziury oddalone od siebie o około 3000 lat świetlnych będą się do siebie zbliżać, a następnie połączą się, tworząc jeszcze większą supermasywną czarną dziurę. Proces ten będzie źródłem silnego promieniowania fal grawitacyjnych. Fale te stworzą „zmarszczki” w czasoprzestrzeni, które objawią się minimalną zmianą w odległości między dwoma dowolnymi punktami.

Chandra obserwowała NGC 6240 przez 10,3 godziny przy pomocy Advanced CCD Imaging Spectrometer (ACIS).

K. Zawada



Z lewej: obraz NGC 6240 w świetle widzialnym (Teleskop Kosmiczny Hubble'a). Z prawej: obraz galaktyki z pokładu satelity Chandra. Kolor odpowiada energii promieni X: czerwony — niska, zielony — średnia, niebieski — duża. Zdjęcie w promieniach X: NASA/CXC/MPE/S.Komossa i in.; zdjęcie z Teleskopu Kosmicznego: NASA/STScI/R.P.van der Marel & J.Gerssen





APARAT CYFROWY W ASTROFOTOGRAFIID

II. PROJEKCJA OKULAROWA

Najbardziej istotne ograniczenia kompaktowych aparatów cyfrowych to brak możliwości wykonywania wielu ekspozycji o dowolnie długim czasie oraz fakt, iż obiektyw jest zintegrowaną częścią korpusu aparatu. Oznacza to, że obiektywy w cyfrowych kompaktach są niewymienne. Większość obiektywów to zoomy o zakresie zmian ogniskowych 7-21 mm (3×). Użycie tych aparatów do fotografowania kraterów na Księżyku lub tarcz planet przyniesie niezadowalające rezultaty. Prezentowane ostatnio zdjęcia Księżyca wykonane przy ogniskowej 19,5 mm stanowią doskonałą ilustrację tego problemu. Użycie dodatkowego cyfrowego powiększenia (efektywnego wzrostu ogniskowej) nie przyniesie rozwiązania, gdyż zarejestrowany na matrycy CCD obraz jest powiększony cyfrowo. Procedura ta nie wnosi żadnych nowych szczegółów do obrazu, wręcz przeciwnie — zmniejsza jego wyrazistość.

Jeśli chcemy uzyskać zdjęcia, na których będą widoczne np. kratery na Księżyku, to powinniśmy utworzyć na matrycy CCD jak największy obraz tarczy Księżyca. Jak to zrobić, skoro nie możemy usunąć obiektywu? Rozwiązaniem jest projekcja okularowa, która polega na umieszczeniu detektora (kliszy, matrycy CCD) za okularem teleskopu. Istnieją jej dwie odmiany.

Najbardziej popularna wśród wielu miłośników astrofotografii jest metoda polegająca na umieszczeniu za okularem teleskopu aparatu fotograficznego, z którego usunięto obiektyw. W takim przypadku na kliszy tworzony jest znacznie większy obraz niż w ognisku głównym teleskopu. To, o ile będzie większy, zależy od ogniskowej okularu i odległości pomiędzy okularem a kliszą fotograficzną

(im większa odległość tym większy obraz). Dzięki tej metodzie można „powiększyć” ogniskową bez znaczących strat jakości obrazu, nawet dziesięciokrotnie. Wiele osób fotografuje za pomocą obiektywu MTO-1000 (f = 1000 mm) kratery na Księżyku, wykorzystując efektywną ogniskową 6000-12 000 mm. Metody tej nie możemy użyć w przypadku kompaktów cyfrowych, gdyż nie mamy możliwości usunięcia obiektywu (fot. 1).

Druga metoda polega na umieszczeniu za okularem teleskopu aparatu fotograficznego z zamocowanym obiektywem (metoda pozaogniskowa). Metoda ta jest rozpowszechniona wśród osób filmujących za pomocą kamer video, gdyż — podobnie jak w przypadku cyfrowych kompaktów — ich obiektywy są na stałe zintegrowane z korpusem. Fakt, iż obraz jest dodatkowo powiększany przez obiektyw aparatu/ kamery umożliwia uzyskiwanie bardzo dużych powiększeń. Dzięki temu rezultaty filmowania np. powierzchni Księżyca przy pomocy nawet niewielkich teleskopów są imponujące. Właśnie ten sposób zwiększenia efektywnej ogniskowej ($F_{ef} = P_{teleskopu} \times F_{obiektywu}$) doskonale nadaje się do zastosowania w przypadku kompaktowych aparatów cyfrowych.

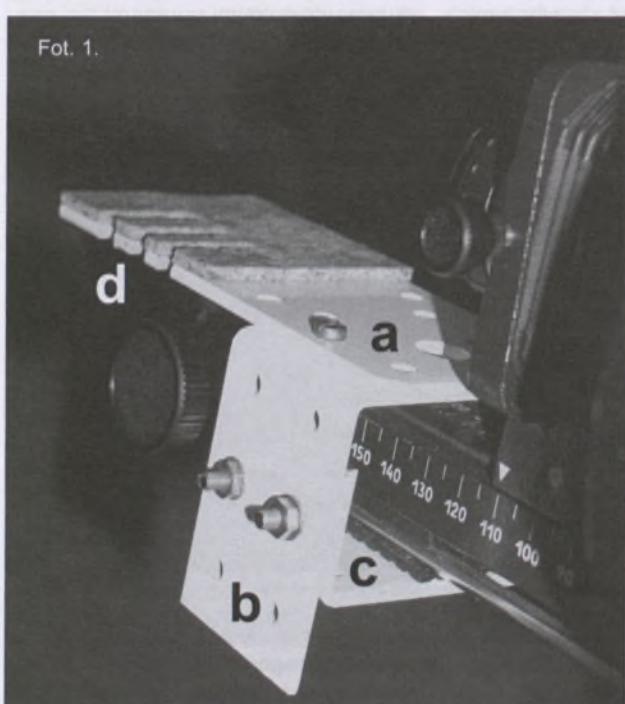
Skoro wiemy, jak zwiększyć skalę obrazu (teoretycznie), to zastanówmy się, jak praktycznie zrealizować opisaną metodę. Problem sprowadza się do wykonania uchwytu aparatu cyfrowego tak, aby osią optyczną obiektywu pokrywała się z osią optyczną okularu teleskopu. Pamiętajmy, że aparat powinien być zamocowany tak, by jego obiektyw był jak najbliżej soczewki okularu (2—5 mm). Rodzaj okularu i jakość jego optyki ma zasadnicze znaczenie. Godne polecenia są okulary symetryczne (Plössl), natomiast zdecydowanie odradzam użycie okularu typu Kellnera lub Ramsdlena. Ogniskowa okularu powinna wynosić co najmniej 20 mm. W celu uniknięcia znacznego winietowania soczewki okularu powinny mieć możliwe dużą średnicę. Im większe pole widzenia ma obiektyw aparatu (przy najdłuższej ogniskowej), tym większą średnicę powinny mieć soczewki okularu. Jeśli obiektyw naszego aparatu jest zoomem o ogniskowych 7-21 mm, to średnica soczewek okularu powinna wynosić około 30 mm.

Jak wykonać uchwyty aparatu cyfrowego?

Rozwiązania mogą być różne, od prostych i tanich po bardziej finezyjne i zdecydowanie droższe. Poniżej przedstawię sposób wykonania takiego uchwytu, którego stopień skomplikowania umożliwia wykonanie go średnio zdolnemu majsterkowiczowi.

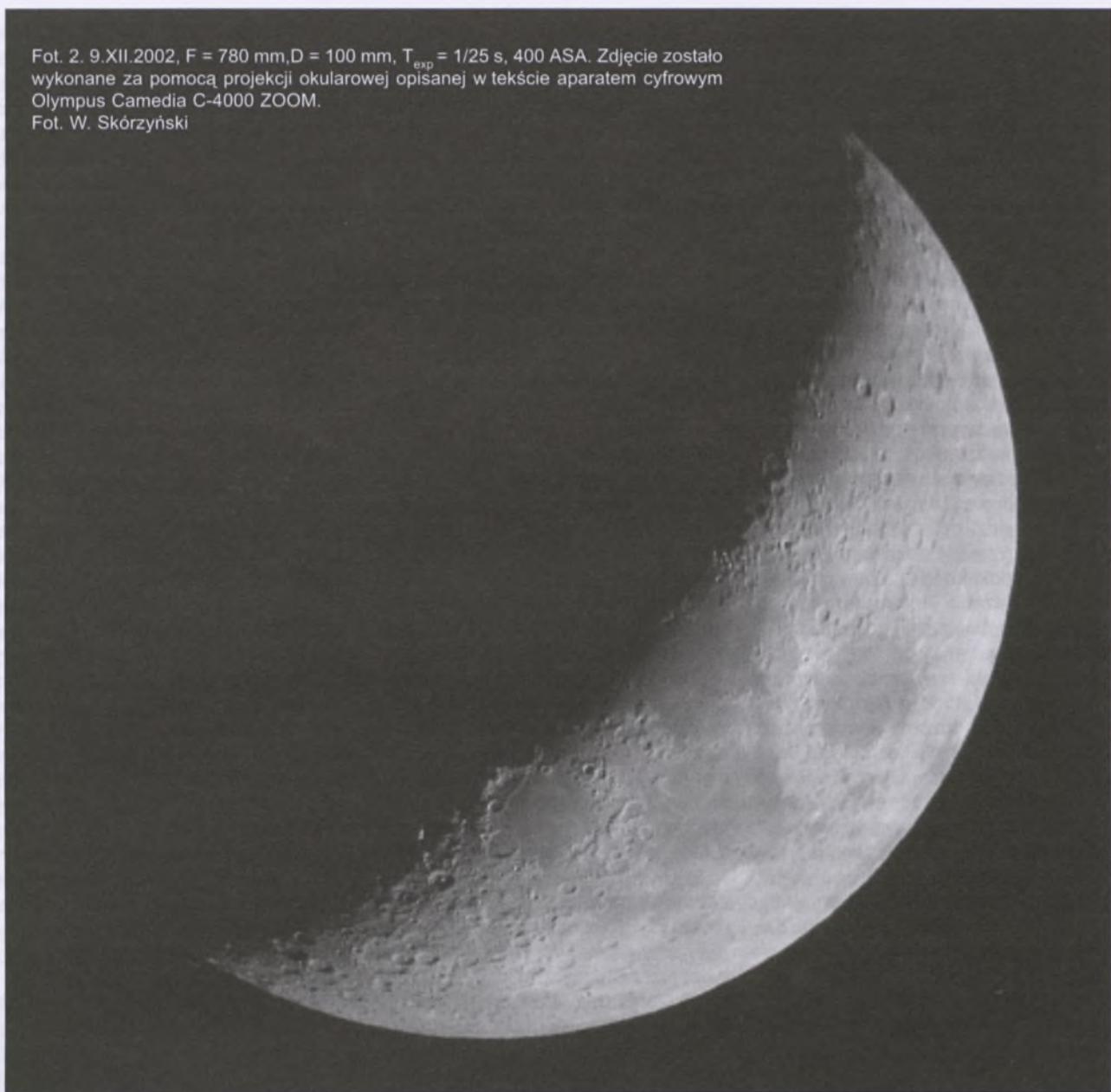
Konstrukcja uchwytu oparta jest na bazie popularnego mieszaka fotograficznego produkcji ZSRR. Główne jego zalety to niska cena (100—120 zł), możliwość wymiany mocowań gwintowych oraz ruchoma stopka mocowania statywowego. Jest ona bardzo istotnym elementem, gdyż to do niej przymocowany jest cały uchwyty i poprzez jej przesuwanie będziemy mogli zmieniać od-

Fot. 1.



Fot. 2. 9.XII.2002, $F = 780 \text{ mm}$, $D = 100 \text{ mm}$, $T_{\text{exp}} = 1/25 \text{ s}$, 400 ASA. Zdjęcie zostało wykonane za pomocą projekcji okularowej opisanej w tekście aparatem cyfrowym Olympus Camedia C-4000 ZOOM.

Fot. W. Skórzyński



ległość pomiędzy okularem a aparatem. Zintegrowanie uchwytu z mieszkiem, będącym częstym wyciągiem okularowym wielu amatorskich teleskopów, ma dodatkową zaletę polegającą na możliwości mocowania w mieszku wielu obiektywów fotograficznych mających połączenie gwintowe M 42×1.

Poza mieszkim będziemy potrzebować prostokątnej płytki o rozmiarach około $60 \times 130 \text{ mm}$ (a) oraz dwóch kątowników o rozmiarach $60 \times 60 \times 40 \text{ mm}$ (b) i $60 \times 30 \times 40 \text{ mm}$ (c). Gotowe elementy można kupić za około 5 zł. Sposób połączenia wymienionych elementów z mieszkiem przedstawiony jest na zdjęciu poniżej, a czas potrzebny do wykonania uchwytu nie przekracza 2 godzin.

Aparat cyfrowy mocowany jest na metalowej płytce, w której wycięte są 3 szczeliny (d), przez które przechodzi śruba mocowania statywowego (można ją wyjąć ze statywu lub dokupić w sklepie fotograficznym). Wycięcie

otworów prostokątnych ma tę zaletę nad okrągłymi, że umożliwia przesuwanie aparatu prostopadle do osi optycznej okularu, co pozwala na bardzo dokładne zgranie osi optycznych. Natomiast wycięcie kilku takich otworów umożliwia dodatkową, skokową zmianę odległości aparat–okular. Tak zmontowany uchwyt pozwala na wykorzystanie projekcji okularowej do zwiększenia efektywnej ogniskowej cyfrowych kompaktów, czego przykładem są prezentowane zdjęcia Księżyca. Średnica jego tarczy na matrycy CCD wynosiła około 8–9 mm. Oznacza to, że maksymalna ogniskowa aparatu (19,5 mm) została zwiększona około 50 razy!

Rolę teleskopu spełniał obiektyw MTO-1000, a zastosowany okular miał ogniskową 25 mm ($\phi = 30 \text{ mm}$). Prezentowane zdjęcia zostały wykonane za pomocą aparatu cyfrowego Olympus Camedia C-4000 ZOOM.

Wiesław Skórzyński



Luźne myśli po przeczytaniu książki Konrada Rudnickiego „Zasady kosmologiczne”

(Zamiast recenzji)

Po przeczytaniu książki pierwszym wrażeniem człowieka nie związanego z filozofią, zwłaszcza z filozofią nauki, jest zaskoczenie i podziw: jak wiele można opowiedzieć bez wzorów matematycznych, jak dalece można uogólnić znane od dawna wypowiedzi i stwierdzenia, sprawdzić je do systemu zasad. Człowiek dowiaduje się, jak niespodziewanie wielka jest liczba różnych zasad kosmologicznych.

Wykład zaczyna się od kosmologicznych mitów dawnych Indii, skąd się wywodzi zasada: „Każe miejsce we Wszechświecie jest różne”. Potem Autor przechodzi do starożytnej Grecji, której wielcy myśliciele uważały, że „Ziemia jest środkiem Wszechświata”. Wiadać przywiązywanie Autora do tego, co nazywa kosmologiczną zasadą kopernikańską, chociaż Kopernika i jego pokoleń interesowało to, co my dziś nazywamy Układem Słonecznym, a którego pochodzenie jest tematem nauki zwanej dziś nie kosmologią, lecz kosmognosią. Później Giordano Bruno publicznie twierdził, że gwiazdy to dalekie słońca, a jeszcze przed nim mówił o tym Mikołaj Kuzarzycki. Niemniej kopernikańska zasada „Wszechświat oglądany z każdej planety wygląda z grubsza jednakowo” dopuszcza daleko idące uogólnienia mogące wchodzić w skład współczesnej kosmologii relatywistycznej. W tym sensie praca Kopernika należy do tych wielkich, teoretycznych osiągnięć ludzkości, które powstały w związku z konkretną epoką, ale zachowały wieczną aktualność. Podobnymi osiągnięciami są równania Maxwella i Diraca, teorie Gibbsa i Einsteina.

Książka wymienia kilka całkowicie różnych podejść w pojmowaniu zasady antropicznej. Sądę, iż świadczy to z jednej strony o złożoności tej zasady, z drugiej zaś o jej pewnej trywialności. Dla pracownika nauki przywykłego do modelowego ujmowania przyrody, to znaczy ujmowania rzeczywistości z pomocą równań i formuł matematycznych, wydaje się, jakby ta zasada sprowadzała się do tego, że Wszechświat istnieje niezależnie od człowieka, ale opisanie jej z pomocą pojęć, liczb, modeli, równań i formuł jest — oczywiście — bez człowieka niemożliwe. I jeśli ludzkość zginie, cała ta nauka będzie niby „ksztalt

nagrobnego napisu w niepojętym języku”, albo i czymś mniej.

Na przykład pojęcie horyzontu jest dostępne tylko dla człowieka, ale istnieje takiej granicy, z której foton wy promieniowany w naszą stronę (w stronę obserwatora) i zdążający z maksymalną prędkością możliwą w przyrodzie — z prędkością światła — nigdy do nas nie dojdzie, jest obiektywnie nieuniknione. Do tej granicy dojdzie foton wysłany z miejsca, gdzie obecnie znajduje się obserwator, tylko jeśli został wy promieniowany w samym początku rozszerzania Wszechświata. A że wiek Wszechświata jest skończony, więc foton nie może ujść nieskończoność daleko. Ze wzrostem wieku Wszechświata przed nami będą się otwierać coraz to nowe jego części, tak jak ziemski horyzont przy zwiększeniu odległości obserwatora od powierzchni Ziemi. Tylko że dla istotnego poszerzenia kosmologicznego horyzontu trzeba przeszukać kosmologiczne odstępy czasu, wyrażające się w miliardach lat.

Faktowi, że nie możemy obserwować wszystkich części Wszechświata, towarzyszy inny, a mianowicie, że chcielibyśmy, aby nam w zasadzie dostępna była cała jego historia. Ograniczeni jesteśmy w możliwościach przestrzennego poznawania Wszechświata, ale czy również czasowego? To nie zależy od wyboru modelu Wszechświata, a jest związane po prostu z jego rozszerzaniem.

Trzeba zauważać, że jeśli Wszechświat jest zamknięty, to kiedyś w przyszłości jego rozszerzanie zostanie zastąpione kurczeniem. W momencie zmiany zobaczymy cały Wszechświat, a potem będziemy widzieć również foton, które zostały wysłane w stronę przeciwną od nas. Najpierw te, które były wysłane w momencie początku, a potem w coraz późniejsze momenty ewolucji Wszechświata. W modelach otwartych istnieje tylko asymptotyczna możliwość przybliżania się do oglądania całego Wszechświata.

Jednak w rzeczywistości oprócz podstawowego horyzontu (geometrycznego, czyli świetlnego) istnieje jeszcze horyzont fizyczny. Jest to również sfera, ale o znacznie mniejszych rozmiarach. Jeśli horyzontowi geometrycznemu odpowiada przesunięcie ku czerwieni $z = \infty$, to fizycznemu „zaledwie” $z = 1000 \div 1500$. Przy większych przesunięciach ku czerwieni promieniowanie istotnie oddziaływało wzajemnie z innymi rodzajami materii. W ostatnim

okresie tych oddziaływań było to głównie rozproszenie na swobodnych elektronach. Dlatego tę sferę nazywają sferą ostatniego rozproszenia. Przy rozpraszaniu promieniowanie zmienia w każdym razie kierunek, a czasem i częstotliwość (długość fali). Stąd niesiona przez nie informacja jest rozmyta. W okresie pomiędzy $z = 1500$ a $z = 1000$ zachodzi rekombinacja elektronów z jądrami atomowymi, tworząc się neutralne atomy, promieniowanie odlatczające się od pozostałej materii i rozprzestrzenia się niezależnie od niej. To jest właśnie owo trzykelwinowe (ściślej 2,7 K) promieniowanie zwane relikto wym lub szczątkowym. Jest ono w dużej mierze izotropowym promieniowaniem ciała czarnego, gdyż zawarta w nim informacja jest rozmyta.

Ale istnieje możliwość zajrzenia w czasy przed epoką rekombinacji. Promieniowanie reliktové niesie jednak pewną informację o poprzednich epokach, choć nie bezpośrednio, lecz po przez odchyłki od izotropii i praw promieniowania ciał doskonale czarnych. Owe odchyłki bada wielu badaczy. Buduje się kosztem sporych nakładów finansowych specjalne radioteleskopy i kosmiczne stacje obserwacyjne. Po raz pierwszy anizotropię promieniowania reliktové zaobserwowała stacja kosmiczna COBE w 1992 r. Dziś mamy już imponujące wyniki, o których powiem dalej. Wielkie nadzieje wiążemy z kosmicznym projektem Planck, planowanym na rok 2005.

Innym sposobem zajrzenia za fizycznego horyzont jest porównanie z obserwacjami teorii pierwotnej nukleo syntez, której głównym twórcą był G. A. Gamow. Tu też mamy wyniki, choć nie tak uderzające.

Ale ciekawe fakty występują nie tylko poza fizycznym horyzontem. Społeczność naukowa chce znać i to, co widać przy przesunięciach ku czerwieni rzędu jednostek. Jeśli w roku 1929 prawo proporcjonalności przesunięcia ku czerwieni do odległości odkrył Hubble, obserwując galaktyki, dla których $z \leq 0,004$, zaś w roku 1936 doszedł do $z = 0,1$, to dzisiejsze teleskopy pozwalają badać widma galaktyk mających $z = 3 \div 5$, a fotometrycznie można określić jeszcze większe przesunięcia, aż do $z = 10$. Na tej drodze dokonano wielkiego odkrycia.

Przez długi czas kosmolodzy nie mogli znaleźć tak zwanej świecy standardowej, to znaczy jakiegoś typu obiektów, których światłość (wielkość



absolutna) byłaby taka sama w różnych odległościach. Galaktyki nie mogą być takimi świecami. W dużym przybliżeniu takimi obiektami są natomiast gwiazdy supernowe typu Ia. Ich obserwacje doprowadziły do istotnego odkrycia. Jak wiadomo, swojego czasu Einstein wprowadził w równania teorii względności tak zwaną stałą kosmologiczną, aby otrzymać model Wszechświata stabilnego. Potem, po odkryciu przez Friedmana niestacjonarności relatywistycznych modeli kosmologicznych i przez Hubble'a prawa nazwanego jego imieniem, Einstein całkowicie zrezygnował z wprowadzania stałej kosmologicznej. Z badań opartych na obserwacji supernowych typu Ia wynika jednak, że stała kosmologiczna odgrywa decydującą rolę w obecnej epoce ewolucji Wszechświata. Stała kosmologiczna istnieje nawet przy braku jakiekolwiek materii i to istnienie interpretuje się dziś jako działanie szczególnej substancji identykowanej z fizyczną próżnią. Próżnia wnosi w tak zwaną krytyczną gęstość aż 0,7 jej całości, a wszystkie pozostałe rodzaje materii tylko 0,3. Próżnia posiada niezwykłą właściwość, wywołując ujemne ciśnienie, przeciwstawia się grawitacji. Istnienie działania próżni zostało potwierdzone przez liczbowe dane o anizotropii promieniowania reliktowego. Potwierdza je także teoria powstania makroskopowej struktury Wszechświata, to jest teoria gromadzenia się galaktyk. Przy tym ogólna gęstość materii Wszechświata

jest bardzo bliska krytycznej, czyli jego przestrzeń jest w znacznym przybliżeniu euklidesowa. Z właściwości próżni wynikają i inne paradoksalne wnioski: na przykład, że rozszerzanie Wszechświata obecnie nie spowalnia się, lecz przyśpiesza. Próżnia dopuszcza modele Wszechświata, w których nie ma w żadnej epoce nieskończonej gęstości materii ani zerowej rozciągłości Wszechświata, to znaczy nie istnieje osobliwość pierwotna.

Pomówmy jeszcze o najwcześniejszych okresach ewolucji Wszechświata. Zgodnie z modelem Wszechświata gorącego w początku jego rozszerzania istniały w nim ogromne gęstości i superwysokie temperatury. W tych warunkach podobne były do siebie wszystkie cząstki i wszystkie ich wzajemne oddziaływanie. To wynika z kwantowej teorii cząstek elementarnych, zwłaszcza z kwantowej chromodynamiki i z teorii unifikacji wszystkich oddziaływań. Tak naprawdę to przeprowadzono tylko unifikację oddziaływań elektromagnetycznych i tak zwanych oddziaływań słabych. Ale fizycy wierzą, że można z nimi zunifikować również wzajemne oddziaływanie silne i grawitacyjne. W warunkach takiej unifikacji powinno istnieć wiele cząstek, które następnie znikają. Niestety nie da się potwierdzić laboratoryjnie nawet teorii chromodynamiki, gdyż dla potwierdzających eksperymentów należałoby zbudować niezmiernie silny akcelerator o liniowych rozmiarach porównywalnych

z odległościami gwiazd. Jednak tę teorię uważa się za dość wiarygodną, ponieważ jest oparta na bardzo ogólnych założeniach symetrii i kowariantności, jednakże do dziś nie została ona potwierdzona eksperymentalnie. Cała nadzieja w tym, że się ją da zweryfikować kosmologicznie. Trzeba znaleźć szczątkowe ostatki „wymarłych” czasów elementarnych. Niestety — jak dotąd — próby ich odkrycia nie dały rezultatów.

Wszystkie te odkrycia i „paradoksy” mogłem na nowo przemyśleć w świetle istniejących zasad kosmologicznych, którym poświęcona jest książka. Tak jest z wieloma innymi współczesnymi teoriami, na przykład z teorią inflacji, która superszybkim tempem rozszerzania Wszechświata w samym jego początku usiłuje wyjaśnić jego przybliżoną izotropowość, jednorodność, euklidesowość i inne jego cechy.

Dmitrij Izidorowicz Nagirner
doktor nauk matematyczno-fizycznych, profesor Katedry Astrofizyki Państwowego Uniwersytetu Petersburskiego

K. Rudnicki, *Zasady kosmologiczne*, Bydgoszcz 2002. [Tłumaczenie z wydania angielskiego (1995), uaktualnione ostatnimi danymi], 176 s., można nabyć m.in. w Zarządzie Głównym Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii, ul. Św. Tomasza 30, 31-027 Kraków, w cenie ok. 20 zł.

Zlot Obserwacyjny PTMA KUDŁACZE 2003

Zarząd Główny i Oddział Krakowski Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii zapraszają na zlot obserwacyjny Kudłacze 2003

Zlot odbędzie się w dniach 3–14 sierpnia 2003 na Polanie Kudłacze w Beskidzie Makowskim ok. 50 km od Krakowa.

W trakcie zlotu pod fachowym kierunkiem instruktorów PTMA będą wykonywane i następnie opracowywane obserwacje astronomiczne.

Wszelkich opłat (noclegi, wyżywienie) związanych z pobytom na zlocie uczestnicy dokonują indywidualnie po przybyciu do schroniska. PTMA zapewnia rezerwację miejsc w schronisku dla zgłoszonych uczestników, będących członkami Towarzystwa. Ostatecznym terminem przyjmowania zgłoszeń jest 31 maja br.

Wszyscy zainteresowani proszeni są o kontakt z dyżurnymi członkami Oddziału Krakowskiego: tel. (0-12) 422-38-92 w każdą środę w godz. 12–14, czwartek w godz. 16–18 lub w piątek w godz. 11³⁰–13³⁰, lub pod adresem: kudlacz@vistula.wis.pk.edu.pl.

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^h07^m, zachodzi o 18^h01^m, a 31 maja wschodzi o 2^h22^m, zachodzi o 18^h46^m.

W dniu 7 maja widoczne będzie przejście planety Merkury na tle tarczy Słońca, w dniu 16 maja wystąpi całkowite zaćmienie Księżyca, a w dniu 31 maja obrączkowe zaćmienie Słońca. Wszystkie te zjawiska będą widoczne w Polsce (zaćmienie Słońca jako częściowe o dużej fazie).

W maju Słońce wstępuje w znak Bliźniąt.

Dane dla obserwatorów Słońca (na 0^h UT)

Data 2003	P [°]	B ₀ [°]	L ₀ [°]
V 1	-24,22	-4,21	160,51
3	-23,86	-4,01	134,08
5	-23,47	-3,80	107,65
7	-23,05	-3,59	81,21
9	-22,60	-3,38	54,77
11	-22,13	-3,16	28,32
13	-21,63	-2,94	1,87
15	-21,10	-2,71	335,42
17	-20,54	-2,49	308,97
19	-19,96	-2,26	282,52
21	-19,36	-2,02	256,06
23	-18,72	-1,79	229,60
25	-18,07	-1,55	203,14
27	-17,39	-1,32	176,68
29	-16,69	-1,08	150,21
V 31	-15,97	-0,84	123,75

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

B₀, L₀ — heliograficzna szerokość i długość środka tarczy;

13^d03^h24^m — heliograficzna długość środka tarczy wynosi 0°.

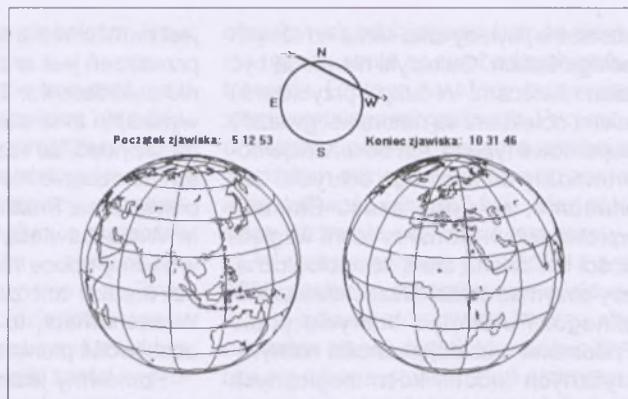
Księżyca

Bezksiężycowe noce będziemy mieli na początku i pod koniec miesiąca, bowiem kolejność faz Księżyca jest w maju następująca: nów 1^d12^h15^m, pierwsza kwadra 9^d11^h53^m, pełnia 16^d03^h36^m, ostatnia kwadra 23^d00^h31^m i ponownie nów 31^d04^h20^m. W apogeum Księżyca znajdzie się 1^d07^h40^m, w perigeum 15^d15^h37^m i ponownie w apogeum 28^d13^h05^m.

Planety i planetoidy

Merkury i Wenus znajdują się na niebie w pobliżu Słońca i są niewidoczne.

Nad ranem w gwiazdozbiorze Koziorożca można obserwować Marsa powoli wznoszącego się nad południowo-wschodnim horyzontem. W ciągu miesiąca wysokość planety nad horyzontem (mierzona na poczatku świt u cywilnego) rośnie od 12° do 15°. W tym samym okresie w związku ze zbliżaniem się Marsa do opozycji rośnie jego jasność (od 0,0^m do -0,7^m) oraz średnica tarczy (od 10" do 12").



Rys. 1. Schemat przejścia Merkurego na tle tarczy Słońca w dniu 7 maja 2003

Jowisz widoczny jest wieczorem w gwiazdozbiorze Raka jako „gwiazda” -2^m. W ciągu miesiąca wysokość planety nad zachodnim horyzontem (mierzona pod koniec zmierzchu cywilnego) maleje od prawie 50° do niecałych 30°. Maj jest jednym z ostatnich miesięcy, w których możemy obserwować wzajemne zakrycia i zaćmienia w układzie księżyców galileuszowych Jowisza.

Także wieczorem w gwiazdozbiorze Byka zobaczymy Saturna świecącego z jasnością 0^m. W ciągu miesiąca wysokość planety nad wieczornym horyzontem (wynosząca początkowo 26°) szybko maleje i pod koniec maja jej obserwacja staje się niemożliwa.

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

Pluton widoczny jest całą noc w gwiazdozbiorze Wężownika, jednakże jego jasność wynosi jedynie 13,8^m i do jego zaobserwowania niezbędny jest teleskop o średnicy zwierciadła przynajmniej 15 cm.

W maju możemy obserwować w pobliżu opozycji jasną planetoidę:

(4) **Vesta**, (jasność 6,4^m). 1 V: 12^h14,6^m, +11°00'; 11 V: 12^h11,9^m, +10°33'; 21 V: 12^h12,1^m, +9°45'; 31 V: 12^h15,1^m, +8°39'.

Meteory

W dniach od 19 kwietnia do 28 maja promienią meteory z roju eta Akwarydów (ETA), związanego z kometą Halleya (obserwowany był 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 6 maja o godzinie 11:30 UT. Radian meteorów leży w gwiazdozbiorze Wodnika i ma współrzędne: $\alpha = 22,5^\circ$, $\delta = -1^\circ$. Warunki obserwacji w tym roku będą bardzo dobre, gdyż zbliżający się do pierwszej kwadry Księżyca nie będzie przeszkadzał w porannych obserwacjach.

* * *

2^d04^h Złączenie Merkurego z Księżykiem w odległości 3°.

2^d06^h Minimalna libracja Księżyca (1,8°) w kierunku Sinus Iridium (zacienniona).

3^d Gwiazda zmienna długookresowa RT Cyg (miryda) (19^h43,6^m, +48°47') osiąga maksimum jasności (7,3^m).

3^d Gwiazda zmienna długookresowa RU Her (miryda) ($16^h10,2^m$, $+25^{\circ}04'$) osiąga maksimum jasności ($8,0^m$).

4^d 21^h05,6^m W układzie księżyców galileuszowych Jowisza zachodzi obrączkowe zaćmienie Io (I) przez cień Europy (II) trwające 5 min. Jasność układu spada o 0,54^m.

5^d 09^h Złączenie Saturna z Księzcem w odł. 3° .

7^d Przejście Merkurego na tle tarczy Słońca. Początek zjawiska widoczny w całej Azji, Australii, wschodniej Afryce, Europie Środkowej i wschodniej, Oceanie Indyjskim, zachodnim Pacyfiku. Koniec zjawiska widoczny w zachodniej Azji, Afryce, Oceanie Atlantyckim i w Brazylii (Ameryka Południowa). Przebieg zjawiska: pierwszy kontakt 5^h12^m , drugi kontakt 5^h16^m , środek zjawiska 7^h52^m , trzeci kontakt 10^h28^m , czwarty kontakt 10^h32^m . W trakcie przebiegu zjawiska w Polsce wysokość Słońca nad horyzontem wzrosnie od 20° (pierwszy kontakt), poprzez 40° (środek zjawiska) do ponad 50° (czwarty kontakt). Będzie to pierwsze takie zjawisko widoczne z ziemi polskich od 1973 r., następne będzie można w Polsce zobaczyć dopiero w 2016 r.

7^d 07^h Merkury w koniunkcji dolnej ze Słońcem.

8^d 18^h Złączenie Jowisza z Księzcem w odł. 4° .

9^d 17^h Maksymalna libracja Księżyca ($10,3^{\circ}$) w kierunku krateru Schickard (zaciemiony).

10^d 19^h48^m Gwiazda zmienna η Aql (cefeida) osiąga maksimum jasności ($3,5^m$).

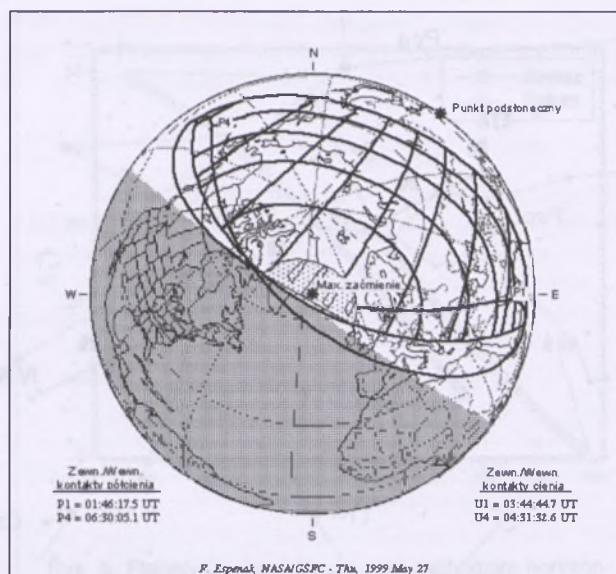
14^d 09^h Złączenie Marsa z Neptunem w odł. 1° .

14^d 21^h53,3^m W układzie księżyców galileuszowych Jowisza zachodzi częściowe zakrycie Io (I) przez Callisto (IV) trwające 19 min. Jasność układu spada o 0,31^m.

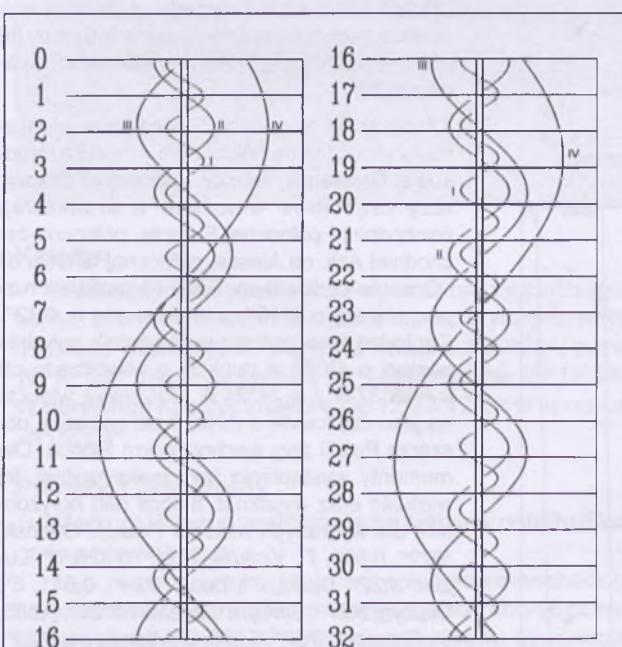
15^d 22^h Neptun nieruchomy w rektascensji.

15^d 23^h00^m Gwiazda zmienna δ Cep (cefeida) osiąga maksimum jasności ($3,5^m$).

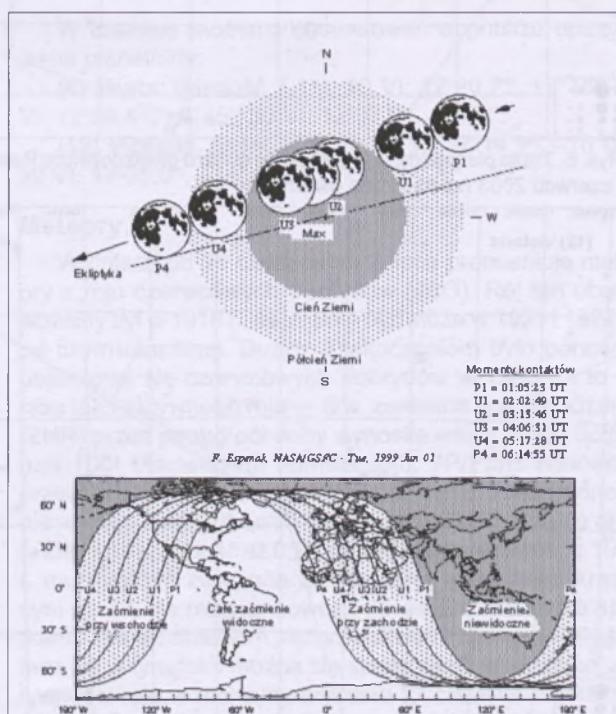
16^d Całkowite zaćmienie Księżyca. Zaćmienie widoczne w Ameryce Południowej, Antarktydzie, we wschodniej części Ame-

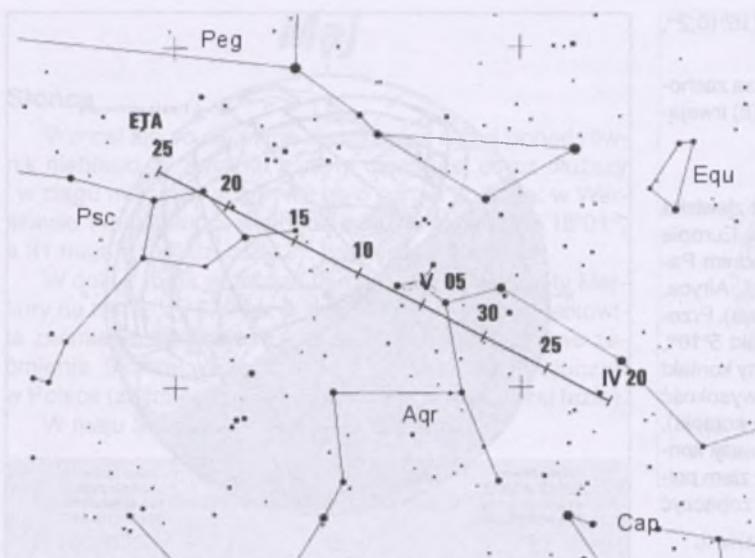


ryki Północnej, na Atlantyku i południowo-wschodnim Pacyfiku; w Afryce, Europie (w tym w Polsce) i południowo-zachodniej Azji przy zachodzie Księżyca oraz w zachodniej części Ameryki Północnej przy wschodzie Księżyca. Maksymalna faza zaćmienia wyniesie 1,134. Przebieg zaćmienia: wejście Księżyca w półcień: 1^h05^m , początek zaćmienia częściowego: 2^h03^m , początek zaćmienia całkowitego: 3^h14^m , maksimum zaćmienia: 3^h40^m , koniec zaćmienia całkowitego: 4^h06^m , koniec zaćmienia częściowego: 5^h17^m , wyjście Księżyca z półcienia: 6^h15^m . W Polsce Księżyca zajdzie jeszcze przed osiągnięciem fazy całkowitej.

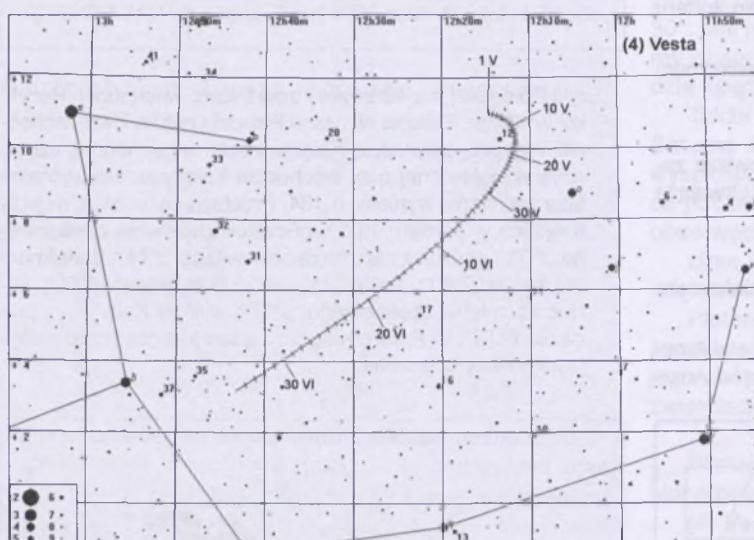


Rys. 3. Konfiguracja galileuszowych księżyców Jowisza w maju 2003 (I — Io, II — Europa, III — Ganimedes, IV — Callisto). Przerwa w trasie księżyca oznacza przebywanie satelity w cieniu planety. Zachód na prawo od środkowego pasa (tarczy planety), wschód na lewo

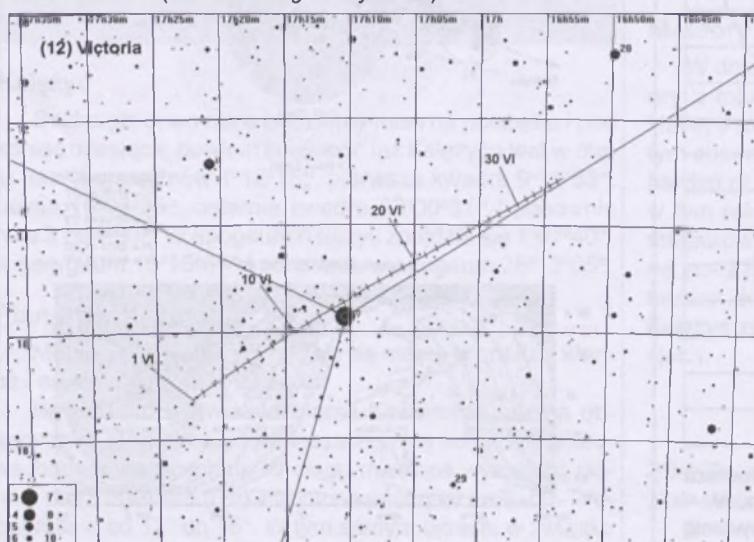




Rys. 5. Położenie i ruch własny radiantu meteorowego eta Akwarydów (ETA) w okresie od 20 kwietnia do 25 maja



Rys. 6. Trasa planetoidy (4) Vesta na tle gwiazd gwiazdozbioru Panny w maju i czerwcu 2003 (zaznaczone gwiazdy do 9^m)



Rys. 7. Trasa planetoidy (12) Victoria na tle gwiazd gwiazdozbioru Wężownika w czerwcu 2003 (zaznaczone gwiazdy do 10^m)

16^d00^h Minimalna libracja Księżyca ($1,1^\circ$) w kierunku *Mare Australe* (oświetlone).

17^d01^h Odkrycie gwiazdy ρ Oph (5,0^m) przez ciemną część Księżyca tuż po pełni, widoczne w zachodniej, środkowej i południowej Polsce nisko nad horyzontem (Szczecin 1^h52^m — Krośno 2^h05^m).

18°00'02'' Gwiazda zmienna η Aql (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,5^m).

19^d14^h Merkury nieruchomy w rektascensji.

21^d11^h14^m Słońce wstępuje w znak Bliźniąt, jego długość ekiptyczna wynosi wtedy 60° .

21^d12^h Złączenie Neptuna z Księzcem w odł. 5°.

21^d19^h30,4^m W układzie księżyców galileuszowych Jowisza zachodzi częściowe zaćmienie Ganymedesa (III) przez cień Io (I) trwające 6 min. Jasność układu spada o 0,24^m.

21^d20^h Złoczenie Marsa z Księżycem w odł. 3°.

22°07' Maksymalna libracja Księżyca ($10,0^\circ$) w kierunku *Mare Humboldtianum* (zaciemnione).

23^d00^h Złączenie Urana z Księżycem w odł. 5°.

23^d 19^h 39,4^m W układzie księżyco-galileuszowym Jowisza zachodzi całkowite zakrycie Europy (II) przez Io (I) trwające 5 min. Jasność układu spa- da o 0,46^m.

24^d 20^h 45,8^m W układzie księżyków galileuszowych Jowisza zachodzi częściowe zaćmienie Io (I) przez cień Ganimedesa (III) trwające 10 min. Jasność układu spada o 0,63^m.

26^d17^h Złączenie Merkurego z Wenus w odł. 2°.

29^d04^h Złączenie Wenus z Księżykiem w odł. 0,1°.

29^d19^h Minimalna libracja Księżyca ($1,1^\circ$) w kierunku *Sinus Iridium* (oświetlona).

30^d22^h00,0^m W układzie księżyków galileuszowych Jowisza zachodzi częściowe zakrycie Europy (II) przez Io (I) trwające 5 min. Jasność układu spada o 0,38^m.

31^d Obrączkowe zaćmienie Słońca: faza obrączkowa widoczna na północnym Atlantyku, środkowej Grenlandii, Islandii i północnej Szkocji, fazy częściowe widoczne w środkowej, wschodniej i północnej Europie, północno-zachodniej Azji, na Alasce, północnej Grenlandii i Oceanie Lodowatym. Faza obrączkowa rozpocznie się o $3^{\text{h}}45^{\text{m}}$, zakończy się o $4^{\text{h}}32^{\text{m}}$. Centralna faza zaćmienia w średnie południe nastąpi o $4^{\text{h}}08^{\text{m}}$ w punkcie o współrzędnych $\varphi = 66^{\circ}37'N$, $\lambda = 24^{\circ}24'W$. Zaćmienie widoczne jako częściowe o dużej fazie na całym obszarze Polski przy wschodząącym Słońcu. Oto momenty wystąpienia fazy maksymalnej, jej wielkość oraz wysokość Słońca nad horyzontem dla wybranych miast w Polsce: Gdańsk: $3^{\text{h}}29^{\text{m}}$, 0,860, 7°; Kraków: $3^{\text{h}}21^{\text{m}}$, 0,826, 5°; Lublin: $3^{\text{h}}22^{\text{m}}$, 0,823, 7°; Łódź: $3^{\text{h}}24^{\text{m}}$, 0,841, 6°; Olsztyn: $3^{\text{h}}27^{\text{m}}$, 0,849, 8°; Poznań: $3^{\text{h}}26^{\text{m}}$, 0,855, 5°; Szczecin: $3^{\text{h}}29^{\text{m}}$, 0,870, 5°; Warszawa: $3^{\text{h}}24^{\text{m}}$, 0,837, 7°; Wrocław: $3^{\text{h}}24^{\text{m}}$, 0,846, 4°.

31^d20^h05,5^m W układzie księżyco-galileuszowym Jowisza zachodzi częściowe zaćmienie Europy (II) przez cień Ganimedesa (III) trwające 10 min. Jasność układu spada o 0,91^m.

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 $2^{\text{h}}21^{\text{m}}$, zachodzi o $18^{\text{h}}46^{\text{m}}$, a 30 czerwca wschodzi o $2^{\text{h}}18^{\text{m}}$, zachodzi o $19^{\text{h}}01^{\text{m}}$. Najwcześniej Słońce wzajemnie w dniu 17 czerwca ($2^{\text{h}}14^{\text{m}}$), najpóźniej zajdzie w dniu 25 czerwca ($19^{\text{h}}01^{\text{m}}$).

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

Data 2003	P [°]	B ₀ [°]	L ₀ [°]
VI 1	-15,60	-0,72	110,52
3	-14,85	-0,48	84,05
5	-14,08	-0,23	57,58
7	-13,29	0,01	31,11
9	-12,49	0,25	4,64
11	-11,67	0,49	338,17
13	-10,84	0,73	311,70
15	-9,99	0,97	285,22
17	-9,13	1,21	258,75
19	-8,26	1,44	232,28
21	-7,38	1,68	205,80
23	-6,50	1,91	179,33
25	-5,60	2,14	152,85
27	-4,70	2,37	126,38
VI 29	-3,80	2,60	99,91
VII 1	-2,89	2,82	73,44

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

B₀, L₀ — heliograficzna szerokość i długość środka tarczy;

9^d08^h25^m — heliograficzna długość środka tarczy wynosi 0°.

Księżyc

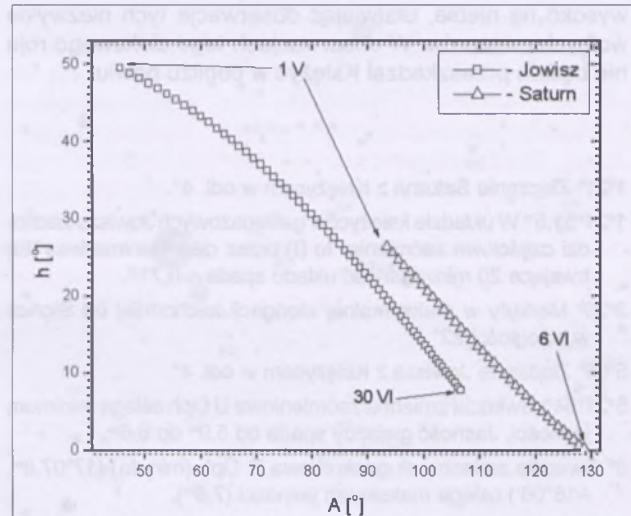
Bezksiężyckie noce będące mieli na początku i pod koniec czerwca, bowiem kolejność faz Księżyca jest w tym miesiącu następująca: pierwsza kwadra $7^{\text{d}}20^{\text{h}}27^{\text{m}}$, pełnia $14^{\text{d}}11^{\text{h}}16^{\text{m}}$, ostatnia kwadra $21^{\text{d}}14^{\text{h}}45^{\text{m}}$ i nów $29^{\text{d}}18^{\text{h}}38^{\text{m}}$. W perigeum Księżyca znajdzie się $12^{\text{d}}23^{\text{h}}17^{\text{m}}$, a w apogeum $25^{\text{d}}02^{\text{h}}23^{\text{m}}$.

Planety i planetoidy

Merkury i Wenus znajdują się na niebie w pobliżu Słońca i są niewidoczne.

Nad ranem coraz wyżej nad południowo-wschodnim horyzontem wznosi się Mars, osiągając pod koniec czerwca wysokość ponad 20° (na początku świtu cywilnego). W tym czasie nadal rośnie jasność planety (do $-1,5^{\text{m}}$), a na tarczy o średnicy 16" można zauważać szczegóły powierzchniowe już przez niewielkie teleskopy amatorskie.

Szybko pogarszają się warunki widoczności Jowisza. W ciągu miesiąca planeta szybko obniża się nad wieczor-



Rys. 8. Planety Jowisz i Saturn nad zachodnim horyzontem (w Warszawie) pod koniec zmierzchu cywilnego w maju i czerwcu 2003 (około godzinę po zachodzie Słońca)

nym horyzontem i pod koniec czerwca zachodzi wkrótce po zachodzie Słońca, co powoduje, że jej obserwacje stają się trudne.

Saturn pozostaje na niebie w pobliżu Słońca i jest niewidoczny.

Po koniec miesiąca nad ranem teoretycznie staje się możliwa obserwacja Urana i Neptuna, jednak w ich dostrzeżeniu przeszkadzać będzie 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 w pobliżu opozycji jasne planetoidy:

(4) **Vesta**, (jasność $7,1^{\text{m}}$). 10 VI: $12^{\text{h}}20,7^{\text{m}}$, $+7^{\circ}18'$; 20 VI: $12^{\text{h}}28,4^{\text{m}}$, $+5^{\circ}45'$; 30 VI: $12^{\text{h}}37,9^{\text{m}}$, $+4^{\circ}03'$.

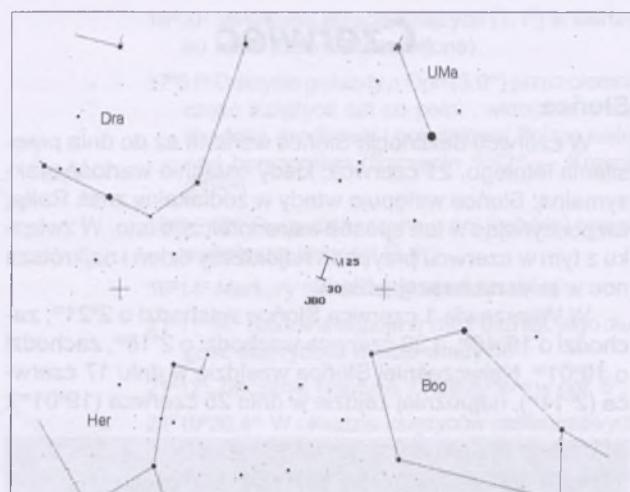
(12) **Victoria**, (jasność $8,8^{\text{m}}$). 10 VI: $17^{\text{h}}14,3^{\text{m}}$, $-16^{\circ}00'$; 20 VI: $17^{\text{h}}05,0^{\text{m}}$, $-14^{\circ}42'$; 30 VI: $16^{\text{h}}57,1^{\text{m}}$, $-13^{\circ}37'$.

Meteory

W dniach od 26 czerwca do 2 lipca promieniują 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! Macierzysta 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. Ponowne spotkanie Ziemi z obłokiem „rezonansowym” nastąpi w 2004 r., lecz już w tym roku można się spodziewać wzmożonej aktywności roju, z maksimum w dniu 27 czerwca o godzinie 19^h 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

wysoko na niebie, ułatwiając obserwacje tych niezwykle wolnych meteorów. W obserwacjach tego ciekawego roju nie będzie przeszkadzał Księżyc w pobliżu nowiu.

- 1^d21^h Złączenie Saturna z Księżykiem w odleg. 4°.
 1^d21^h51,5^m W układzie księżyców galileuszowych Jowisza zachodzi częściowe zaćmienie Io (I) przez cień Ganimedesa (III) trwające 20 min. Jasność układu spada o 0,71^m.
 3^d06^h Merkury w maksymalnej elongacji zachodniej od Słońca w odległości 22°.
 5^d06^h Złączenie Jowisza z Księżykiem w odleg. 4°.
 5^d21^h54^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa U Oph osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 5,9^m do 6,6^m.
 6^d Gwiazda zmienna długookresowa R Oph (miryda) (17^h07,8^m, -16°06') osiąga maksimum jasności (7,6^m).
 6^d07^h Maksymalna libracja Księżyca (9,6°) w kierunku krateru Schickard (zaciemiony).
 7^d Gwiazda zmienna długookresowa X Oph (miryda) (18^h38,3^m, +8°50') osiąga maksimum jasności (6,9^m).
 7^d12^h Uran nieruchomy w rektascensji.
 8^d23^h07^m Gwiazda zmienna ξ Gem (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,6^m).
 9^d21^h Pluton w opozycji ze Słońcem.
 10^d22^h40^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa U Oph osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 5,9^m do 6,6^m.
 11^d Gwiazda zmienna długookresowa T UMa (miryda) (12^h36,4^m, +59°26') osiąga maksimum jasności (7,7^m).
 11^d21^h Zakrycie gwiazdy α Lib (2,8^m) przez ciemną część zbliżającą się do pełni Księżyca, widoczne w całej Polsce (Szczecin 21^h38^m — Krosno 21^h51^m).
 12^d Gwiazda zmienna długookresowa R Boo (miryda) (14^h37,2^m,



Rys. 9. Położenie i ruch własny radiantu meteorowego czerwcowych Bootydów (JBO) w okresie od 25 do 30 czerwca

- +26°44') osiąga maksimum jasności (7,2^m).
 12^d19^h53,9^m W układzie księżyców galileuszowych Jowisza zachodzi częściowe zakrycie Io (I) przez Europę (II) trwające 3 min. Jasność układu spada o 0,07^m.
 12^d20^h Minimalna libracja Księżyca (0,1°) w kierunku Mare Humboldtianum (oświetlone).
 15^d Gwiazda zmienna długookresowa R UMa (miryda) (10^h44,6^m, +68°47') osiąga maksimum jasności (7,5^m).
 17^d21^h Złączenie Neptuna z Księżykiem w odleg. 5°.
 19^d02^h Maksymalna libracja Księżyca (9,7°) w kierunku Mare Humboldtianum (zaciemione).
 19^d07^h Złączenie Marsa z Księżykiem w odleg. 2°.
 19^d08^h Złączenie Urana z Księżykiem w odleg. 5°.
 21^d07^h Złączenie Merkurego z Wenus w odleg. 0,4°.
 21^d19^h10^m Słońce wstępuje w znak Raka, jego długość ekiptyczna wynosi wtedy 90°. Początek astronomicznego lata.
 22^d16^h Złączenie Marsa z Uranem w odleg. 3°.
 22^d21^h14^m Gwiazda zmienna η Aql (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,5^m).
 24^d14^h Saturn w koniunkcji ze Słońcem.
 26^d06^h Minimalna libracja Księżyca (0,7°) w kierunku Sinus Iridium (oświetlona).
 27^d21^h20^m Gwiazda zmienna δ Cep (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,5^m).
 28^d13^h Złączenie Wenus z Księżykiem w odleg. 2°.
 29^d03^h Złączenie Merkurego z Księżykiem w odleg. 2°.
 30^d24^h Złączenie Merkurego z Saturnem w odleg. 1,5°.

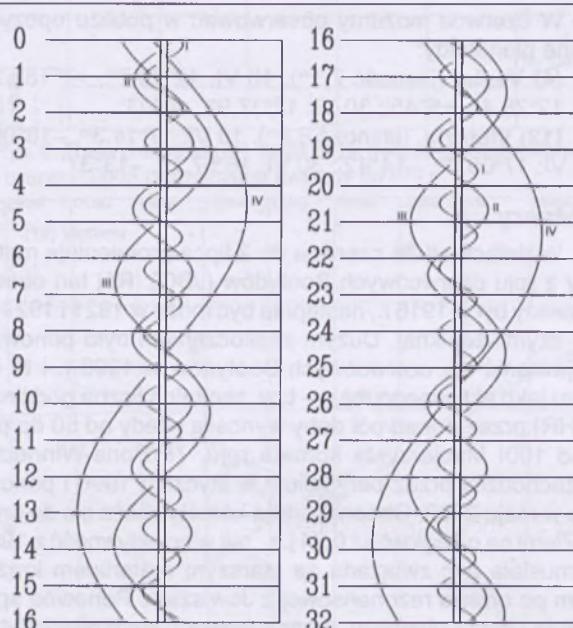
UWAGA: Momenty wszystkich zjawisk podane są w czasie uniwersalnym UT (Greenwich).

Aby otrzymać datę w obowiązującym w maju i czerwcu w Polsce „czasie letnim”, należy dodać 2 godziny.

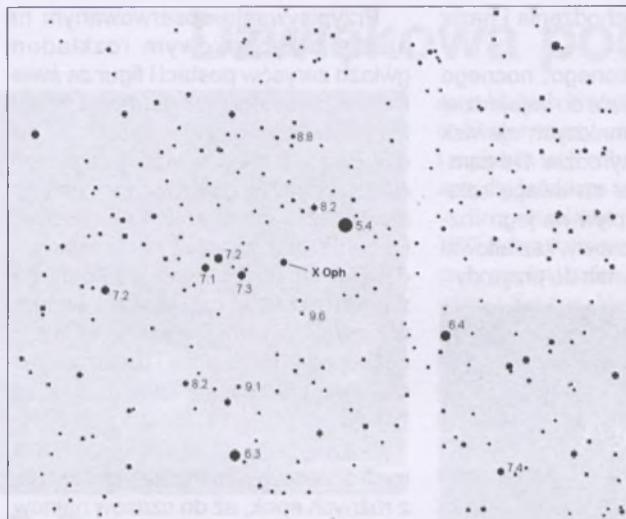
Momenty złączeń planet z Księżykiem podane są dla geocentrycznych złączeń w rektascensji. Podane są wszystkie złączenia, nie tylko widoczne w Polsce.

Współrzędne równikowe podane są dla Epoki 2000.0.

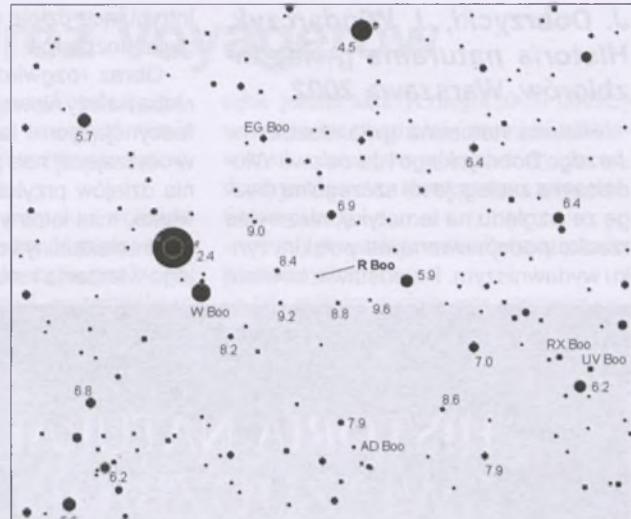
Opr. T. Ściężor



Rys. 10. Konfiguracja galileuszowych księżyców Jowisza w czerwcu 2003 (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. 11. Mapa gwiazdozbioru Wężownika do obserwacji gwiazdy zmiennej X Oph (18^h38^m21,1^s, +8°50'03"). Podane jasności gwiazd porównania (pole widzenia wynosi 5°, północ u góry)



Rys. 12. Mapa gwiazdozbioru Wolarza do obserwacji gwiazdy zmiennej R Boo (14^h37^m11,7^s, +26°44'10"). Podane jasności gwiazd porównania (pole widzenia wynosi 8°, północ u góry)

Obóz Szkoleniowo-Obserwacyjny PTMA

Zarząd Główny i Oddział Krakowski Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii zapraszają na Trzeci Obóz Szkoleniowo-Obserwacyjny PTMA „OSOP 2003”.

Obóz odbędzie się w dniach **24 lipca – 4 sierpnia 2003** na Hali Łabowskiej w Beskidzie Sądeckim, w paśmie Jaworzyny Krynickiej. 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 komety • 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 krajoznawczych do miejsc związanych z astronomią.

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

- nocleg w schronisku
- transport z Krakowa (cena transportu zależy od liczby 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 br. Osoby zakwalifikowane muszą wpłacić podaną kwotę w terminie do tygodnia od chwili otrzymania potwierdzenia.

Wszyscy zainteresowani proszeni są o kontakt z kierownikiem Obozu, drem Sławomirem Stachniewiczem (e-mail: Slawomir.Stachniewicz@ifj.edu.pl) lub z dyżurnymi członkami Oddziału Krakowskiego: tel. (012) 422-38-92 w każdą środę w godz. 12–14, czwartek w godz. 16–18 lub w piątek w godz. 11³⁰–13³⁰.

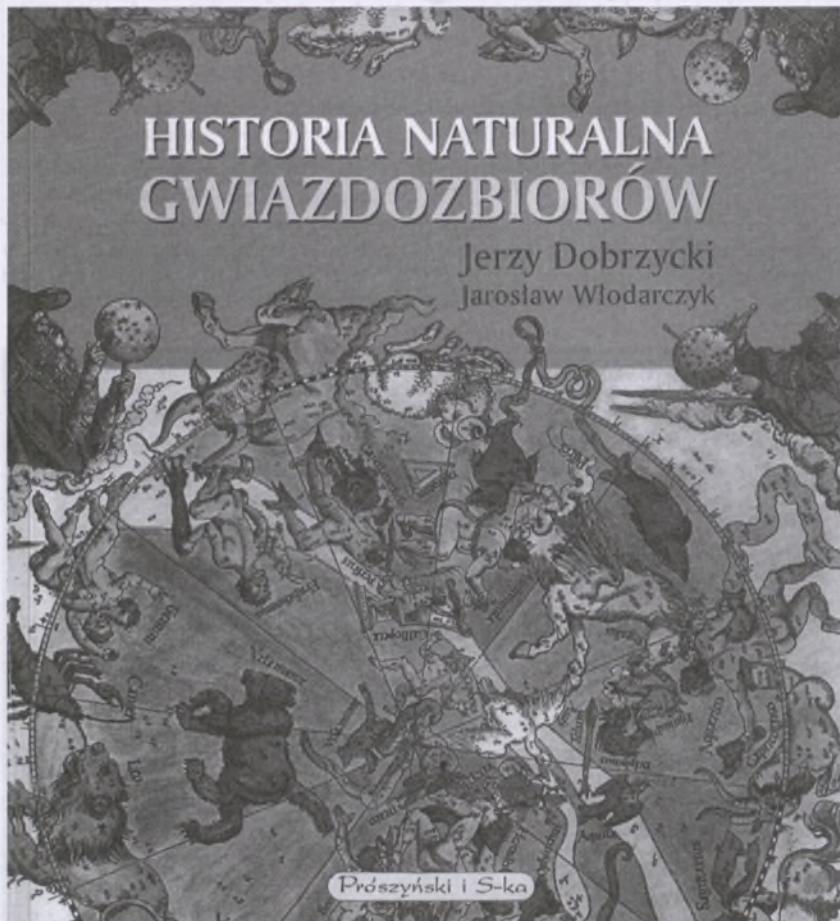


**J. Dobrzycki, J. Włodarczyk,
Historia naturalna gwiazdozbiorów, Warszawa 2002**

Historia naturalna gwiazdozbiorów Jerzego Dobrzyckiego i Jarosława Włodarczyka zasługuje na szczególną uwagę ze względu na tematykę, niezwykle rzadko podejmowaną na polskim rynku wydawniczym. Przedstawia bowiem

intrigujące dzieje pochodzenia i nazw gwiazdozbiorów.

Obraz rozgwieźdzonego, nocnego nieba należy niewątpliwie do najbardziej fascynujących i tajemniczych zjawisk w otaczającej nas przyrodzie. Od zarania dziejów przykuwał on uwagę człowieka, miał istotny wpływ na jego rozwój intelektualny i duchowy, kształtał jego wierzenia i stosunek do przyrody.



Przypisywanie obserwowanym na niebie przypadkowym rozkładom gwiazd zarysów postaci i figur ze świata rzeczywistego lub fantastycznego było wytworem ludzkiej wyobraźni, podykowanym wierzeniami, potrzebami estetycznymi lub praktycznymi (pomiarem czasu, określaniem kierunków). Badanie tych opisów na przestrzeni dziejów stanowi bogate źródło do poznania rozwoju człowieka i wglądu w rozwój cywilizacji. Historia tego procesu, pełnego wzlotów i upadków, jest ciekawa, pouczająca i pobudza do refleksji.

Autorzy sięgają do udokumentowanych przekazów materialnych nie tylko z różnych epok, aż do czasów najnowszych, ale i kultur — łacińskiej, egipskiej, perskiej, hinduskiej, arabskiej czy Indian obu Ameryk. Poszukiwanie fragmentów starych opisów nieba zachowanych do naszych czasów stanowi swego rodzaju „archeologię” gwieździstego nieba i jest pasjonującą przygodą intelektualną.

Niezależnie od ogólnej historii gwiazdozbiorów, książka zawiera także szczegółowe opisy i rysunki wszystkich 88 konstelacji północnego i południowego nieba. Bogactwo przedstawionego materiału dowodowego i ikonograficznego daje w pełni uzasadnione przeświadczenie o wyczerpującym ujęciu tematu.

Zawarte treści w połączeniu z ogromną erudycją Autorów powodują, że tę książkę można śmiało polecić nie tylko czytelnikom zainteresowanym astronomią, ale tym wszystkim, których ciekawi historia kultury i cywilizacji.

Andrzej Strobel

dokończenie ze s. 50.

[...]

B. Kulesza „Wszechświata nie zbudowano w jeden dzień!”

„...im dalej jest obiekt, tym dłuższą drogę musi pokonać światło biegające do obserwatora, a zatem musiało wcześniej wyruszyć w drogę”.

Jeżeli teraz dociera do nas z obiektu o wieku ok. miliarda lat, to znaczy, że obserwujemy go takim, jakim był miliard lat po Wielkim Wybuchu. Skoro tak, to zgodnie z teorią ekspandującego Wszechświatu, musiał się on wtedy znajdować znacznie bliżej niż przypisywane tego rodzaju obiektem $13-14 \text{ mld lat świetlnych}$, a miałybyście rzędu $13(1/15)^{2/3} \approx 2 \text{ mld lat świetlnych}$.

A więc skoro tak „blisko” się wtedy „znaj-

dowaliśmy” (tzn. odległość do tego obiektu była tak „mała”), to wysłane wtedy z galaktyki światło powinno było dotrzeć do obserwatora znacznie wcześniej, a nie dopiero teraz.

Jest to paradoks (?), którego nie potrafi sobie wytlumaczyć, proszę więc o wyjaśnienie tego problemu.

Pozostaję z poważaniem

Stefan Heise
Bydgoszcz

Szanowny Panie!

Paradoks, o którym Pan mówi, jest poznany. Jeżeli teraz dociera do nas światło od obiektu, którego wiek oceniamy na (powiedzmy) miliard lat, to oznacza to że obiekt ten powstał miliard lat temu. Znając odległość do tego źródła (oczywiście musi

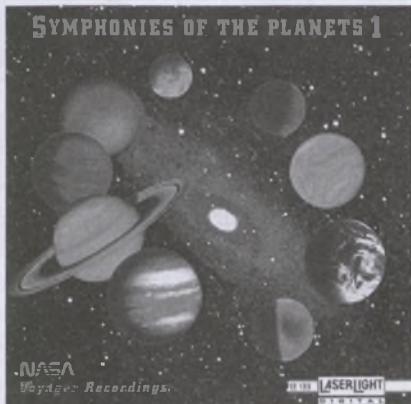
ona być mniejsza niż miliard lat świetlnych!) wiemy kiedy to światło zostało wyemitowane. Ale trzeba pamiętać, że od momentu emisji do chwili odbioru Wszechświat CAŁY CZAS EKSPANDOWAŁ, zatem początkowy dystans do obiektu (tzn. ten w momencie emisji) był krótszy niż obecnie (tj. w chwili detekcji). Światło nie mogło pokonać dzielącej nas odległości w czasie nieskończenie krótkim! Światło potrzebowało pewnego czasu aby pokonać tę odległość. W tym właśnie czasie odległość wzrosła!

Mam nadzieję, że rozwijałam Pana wątpliwości dotyczące treści artykułu „Wszechświata nie zbudowano w jeden dzień”.

Z poważaniem

Barbara Kulesza-Żydzik
Kraków

Dźwiękowa podróż Voyagerów



Misja dwóch sond kosmicznych Voyager była i jest chyba najbardziej spektakularną podróżą podjętą przez Człowieka. Z oryginalnych zapisów elektromagnetycznych „głosów” planet i ich księżyców powstała unikalna seria nagrań dźwiękowych — pięcioczęściowa „Symfonia Planet”.

Pamiętam, jak wielkie wrażenie robiła scena słynnego filmu Stanleya Kubricka „Odyseja kosmiczna 2000”, w której astronauta po wyjściu w otwartą przestrzeń odbywa swój bezgłośny balet (dopiero po pewnym czasie scenie tej towarzyszy muzyka). Stanowiło to niesamowity kontrast wobec wszechobycznych światów przelatujących statków i wybuchów eksplozji znanych z filmów w rodzaju „Gwiezdnych wojen”. Wszak, jak uczy elementarna fizyka, w próżni dźwięki się nie rozchodzą.

Jednakże, chociaż przestrzeń międzyplanetarna jest wirtualną próżnią, to wcale nie oznacza, że jest pozbawiona dźwięków. Dźwięki zaklęte są w elektromagnetycznych drganach. Specjalnie przygotowana aparatura

na pokładach Voyagerów wykonała specjalne eksperymenty mające na celu złowienie i zapisanie tych vibracji w zakresie słyszalnym dla ludzkiego ucha.

Przypomnijmy. W sierpniu i wrześniu 1977 r. dwa statki kosmiczne Voyager rozpoczęły przelot i badanie planet olbrzymów: Jowisza i Saturna. Voyager I, po pomyślnym spotkaniu z oboma planetami, wyszedł poza płaszczyznę ekiptyki, by zacząć badanie przestrzeni międzygwiazdowej. Rejs Voyagera II przewidywał nie tylko spotkanie z Jowiszem (lipiec 1979) i Saturnem (sierpień 1981), ale również zawierał w swym rozkładzie zbliżenie z Uranem (styczeń 1986) i Neptunem (sierpień 1989). Z oboma Voyagerami utrzymywano łączność za pomocą specjalnego systemu kontroli i komunikacji Deep Space Network (DNS), stworzonego przez Laboratorium Napędów Odrzutowych (JPL) NASA w Pasadenie. Stacje DNS rozlokowane są na pustyni Mohave w Kalifornii, niedaleko Madrytu w Hiszpanii i w pobliżu Canberry w Australii.

Każdy statek kosmiczny niósł na pokładzie instrumenty do 10 badań naukowych, z których 5 posłużyły do wykonania „Symfonii Planet”. Były to m.in. magnetometry (po 4 rozmieszczone wzduż 13-m wysięgników), detektory plazmowe i detektory niskoenergetycznych cząstek naładowanych (LECP).

Źródłami łowionych dźwięków były:

— szумy radiowe o częstotliwościach w ob-

reibie pasma akustycznego (20-20 000 Hz) wywoływanie obecności strumieni naładowanych cząstek powstających w wyniku oddziaływania wiatru słonecznego z magnesferami planet,

— szumy powstające w obrębie magnesfer planetarnych,

— fale radiowe pochwycone wewnątrz magnesfer oraz jonosfer planet,

— własne szumy elektromagnetyczne przestrzeni międzyplanetarnej,

— szumy wytworzone przez wiązki naładowanych cząstek w sąsiedztwie planet, ich księżyć jak i w samym wietrze słonecznym,

— szumy obserwowane w pobliżu pierścieni planet wywołane zderzeniami naładowanych cząstek pyłu z korusem Voyagera oraz z antenami odbiornika.

GENERATOR

skr. poczt. 151
05-080 Izabelin

www.generator.pl

Największy w kraju wybór płyt z muzyką elektroniczną: ambient, awangardową i eksperymentalną, etniczną, filmową, industrialną, New Age, kosmiczną, techno itp.

Dziwna to muzyka, rzec by można, nie-ludzka. Utwierdza nas w przekonaniu, jak obca jest człowiekowi przestrzeń kosmiczna. Jest jednak na swój sposób intrugująca. Tak, jak intrugujące jest wszystko, co znajduje się poza bezpośrednim zasięgiem gatunku homo sapiens sapiens.

Jacek Drążkowski

INFORMACJE O PRENUMERACIE URANII-PA

Prenumerata na rok 2003 (6 zeszytów) kosztuje 54 zł (zagraniczna 70 zł). Cena pojedynczego zeszytu 10 zł. Wpłaty prosimy kierować na konto:

Polskie Towarzystwo Astronomiczne
BIG Bank Gdańsk S.A. o/Toruń
Nr 44 116022020000000055305241

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

Karolina Wojtkowska
Centrum Astronomii UMK
ul. Gagarina 11, 87-100 Toruń

E-mail: urania@astri.uni.torun.pl
tel/fax (0-56) 611 30 14 / 611 30 08





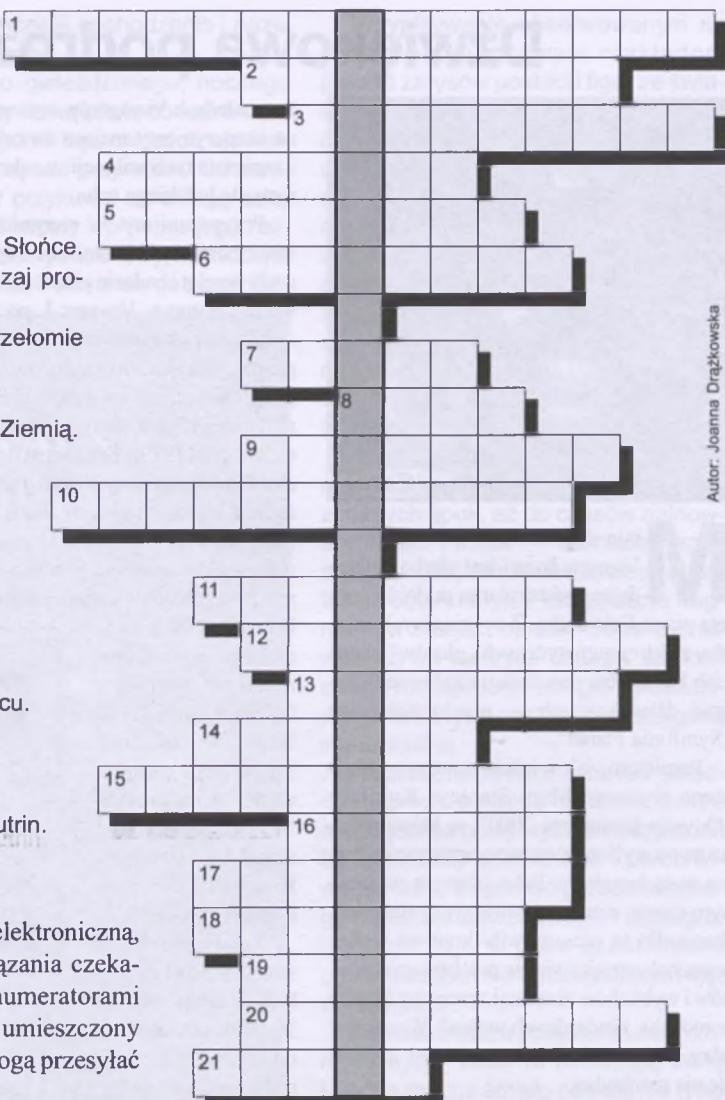
relaks z Uranią

inie maserowe — tak brzmi rozwiązywanie krzyżówki z „Uranii-PA” nr 6/2002. Nagrody książkowe wylosowali: Anna Kaczmarczyk z Częstochowy i Andrzej Janowski z Sanoka. Gratulujemy. Nagrody wysłemy pocztą.

1. Największy detektor neutrin.
2. Neutralne cząsteczki, którymi „bombarduje” nas Słońce.
3. Rosyjski fizyk, który w 1934 r. odkrył nowy rodzaj promieniowania.
4. Meteory, które będzie można obserwować na przełomie kwietnia i maja.
5. Może być okularowa.
6. Sonda, którą po raz pierwszy naprawiano poza Ziemią.
7. Planetoida, którą zobaczymy w maju.
8. Np. Księżyca.
9. Potwór morski na niebie.
10. Opisanie nieba.
11. Autor „Zasad kosmogonicznych”.
12. Słońce wejdzie w ten znak w maju.
13. Należą do nich neutrina.
14. Jego nazwisko nosi teleskop kosmiczny.
15. Polski matematyk mający swój krater na Księżyku.
16. Powstaje pod działaniem neutrin na gal.
17. Dosiadał Pegaza.
18. Wkrótce przejdzie na tle tarczy Słońca.
19. Jeden z fizyków, którzy udowodnili istnienie neutrin.
20. Organie.
21. Wyjaśnił mechanizm świecenia Słońca.

Tym razem do wygrania są 3 płyty z muzyką elektroniczną, ufundowane przez sklep GENERATOR. Na rozwiązania czekamy do końca kwietnia br. Osoby nie będące prenumeratorem „Uranii-PA” muszą dołączyć do rozwiązywania kupon umieszczony w lewym górnym rogu tej strony. Prenumeratorzy mogą przesyłać rozwiązania drogą elektroniczną.

Krzyżówka z hasłem



Autor: Joanna Drążkowska

Astronomy Notes

[Jump to detailed listing](#)

[How to navigate in this web site](#)

[Go to Astronomy class site](#)

Purchase the [Astronomy Notes book!](#)

Tell 1001 Update now available

Comment this web site!

As a testimony to the value of the material, numerous copies of the notes (in various stages of revision) are found all over the web. Setting up official websites in any case is extremely dangerous, so I am afraid that if you find one of these copies out there, if you find an old copy, please let the web site manager know of the official [Astronomy Notes](http://www.astronomynotes.com) web site at www.astronomynotes.com.

These documents were created by Nick Strobel for the introductory astronomy courses he teaches. They are copyrighted by Nick Strobel. This web site is offered here not as a commercial item, but as a service to the astronomical community. You can now purchase a hardcopy version of his web site. Select the [Purchase Book](#) link for ordering information.

The Exploration of the Earth's Magnetosphere



This site and its free software have been granted by the International Space Technology Program (ISTP). The page, for instance, resulted in... <http://spof.gsfc.nasa.gov/> This home page, for instance, can now be found at... <http://spof.gsfc.nasa.gov/>

<http://spof.gsfc.nasa.gov/>

Ciekawe strony internetowe...

W naszym piśmie istnieje dział „Astronomia w szkole”, może zatem warto zwrócić uwagę na niektóre umieszczone w Sieci podręczniki związane z astronomią czy fizyką bliższego otoczenia Ziemi. Dziś proponuję trzy tytuły.

Pierwszy to „Astronomy Notes” Nicka Strobla — ciągle uzupełniany i uwspółcześniany podręcznik wstęp do astronomii znajdujący się pod adresem <http://www.astronomynotes.com> — autor zwraca uwagę na dostępność jego pracy pod wieloma adresami — jednak tylko wspomniany wyżej adres zapewnia dostęp do najnowszej wersji podręcznika.

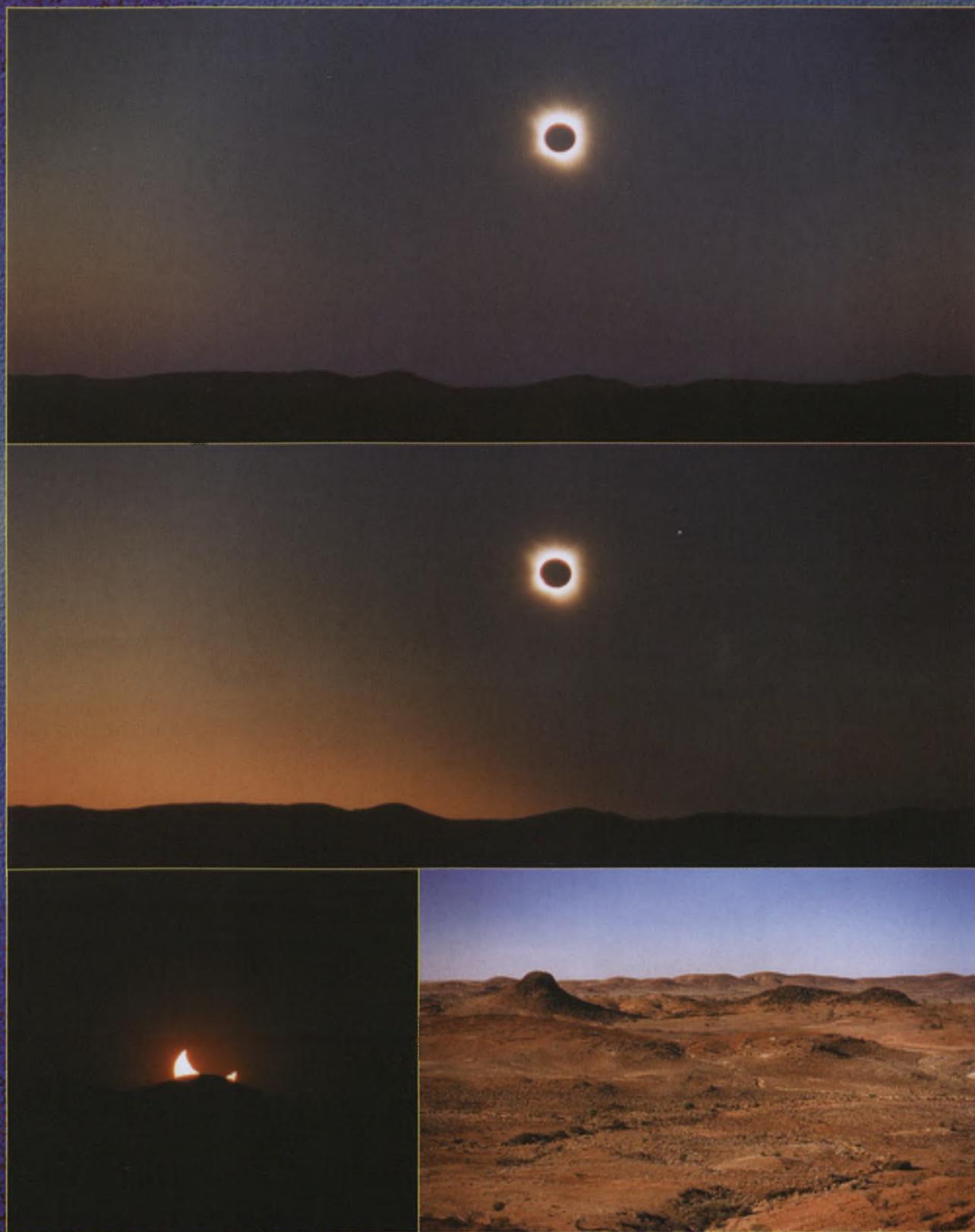
Następna pozycja, którą chciałbym zaproponować, dotyczy fizyki magnetyzacji Ziemi. Jej autorem jest David P. Stern z Centrum Lotów Kosmicznych im. Goddarda (GSFC) NASA. Można tutaj znaleźć m.in. wiele ciekawych, niekiedy unikalnych informacji historycznych. Wszystko to pod adresem <http://www-spof.gsfc.nasa.gov/Education/>.

Trzeci adres zaprowadzi nas niezbyt daleko, bo do Finlandii. Uniwersytet w Oulu proponuje pod adresem <http://www.oulu.fi/~spaceweb/textbook/> podręcznik „Space Physics Textbook”. Jest to bardzo obszerny i szczegółowy materiał, chociaż zgrzebna strona tytułowa nie zapowiada wielości dostępnych haseł.

(rs)

Radosław Grochalski ze Świdnicy obserwował zaćmienie Słońca 4 XII 2002 ze wzgórza na pustynii w Południowej Australii, 50 km na północny wschód od osady Lyndhurst. Tam faza całkowita wystąpiła krótko przed zachodem Słońca i trwała ok. 20 s. Poniższe zdjęcia przedstawiają centralną fazę zaćmienia całkowitego oraz moment tuż przed trzecim kontaktem (z lewej strony widoczna granica stożka cienia Księżyca). Na dole, z lewej wciąż mocno zaćmione Słońce zachodzi za odległymi wzgórzami otaczającymi słone jezioro Torrens. Z prawej fragment „księżycowego” otoczenia miejsca obserwacji (aparat Nikon F70 + obiektyw Sigma 70-210/2.8 APO).

Galeria Uranii



Mgławica planetarna NGC 7027



Mgławica planetarna powstaje, gdy gwiazda o masie podobnej do masy Słońca zbliża się do końca swego życia. Gwiazda powiększa wtedy przeszło 50 razy swoją średnicę i staje się czerwonym olbrzymem, a zewnętrzne jej warstwy są odrzucane na zewnątrz w otaczającą ją przestrzeń. Odsłania się wtedy bardzo gorące jądro gwiazdy, które stygnąc staje się białym karłem. Zanim taka gwiazda stanie się czerwonym olbrzymem, może istnieć „sta-tecznie” ok. 10 mld lat, ale proces jej umierania jest bardzo szybki — trwa zaledwie kilka tysięcy lat.

Obraz mgławicy planetarnej NGC 7027 pokazany na pierwszej stronie okładki jest uzyskany w świetle widzialnym przy pomocy Szerokokątnej Kamery Planetarnej (WFPC2) teleskopu kosmicznego Hubble'a w styczniu 1996 r. Tu ta sama mgławica została zobrazowana przy pomocy kamery podczerwonej NICMOS tegoż samego teleskopu w 1998 r. na podstawie 3 zdjęć w różnych barwach. Kolor biały pochodzi od gorącego gazu otaczającego centralną gwiazdę; kolory czerwony i różowy reprezentują emisję zimnego molekularnego wodoru i pyłu. W swej istocie kolory odpowiadają różnym warstwom materii wyrzuconej przez umierającą gwiazdę i opisują rozkład temperatury w otoczce gwiazdy. Na tym obrazie jest doskonale widoczna gwiazda centralna.

NGC 7027 znajduje się w odległości ok. 3000 lat świetlnych od Ziemi w gwiazdozbiorze Łabędzia. Jej wiek jest oceniany na 1000 lat.

Fot. William B. Latter (Caltech) i NASA

Urania

3/2003 (705)

POSTĘPY ASTRONOMII

tom LXXIV

maj—czerwiec

- Tajemnicze cząstki promieniowania kosmicznego o ultrawysokich energiach
- Profesor Antoni Opolski wspomina...
- Ziemia – planeta Kopernika
- Van Gogh, Księżyc, planety i gwiazdy



Echo świetlne wokół V838 Monocerotis

Przedstawiona mozaika czterech zdjęć może niewątpliwie budzić wśród miłośników kinematografii science-fiction skojarzenia z otwierającym się jajem obcego z filmu „Obcy — decydujące starcie”. „Ewidentne” rozszerzanie się materii to jednak złudzenie. Jest to efekt wędrówki fotonów odbijających się od pyłu odrzuconego w wielokrotnych wybuchach zagadkowej gwiazdy V838 Monocerotis. Zjawisko jest nazywane „chemiemiem światłowym”.

Nasza bohaterka to bardzo nietypowa przedstawicielka klasy gwiazd zmiennych, określanych mianem nowych... „Normalne” nowe to układy, w których zwykłe gwiazdy poprzez akrecję przekazują swój wodór na powierzchnię towarzyszącą — białego karła. Gromadzi się on tam do momentu spontanicznego zapłonu reakcji jądrowych, przebiegających eksplozywnie i odsłaniających nagle jądro gwiazdy o temperaturze rzędu setek tysięcy stopni. Natomiast pojedzona w odległości 20 tys. lat świetlnych od nas w gwiazdzie „Jednorożca” V838 Mon nie utraciła swych zewnętrznych warstw, lecz „spęczniała” do niesamowitych rozmiarów. To spowodowało spadek temperatury jej powierzchni do niewiele większej niż ta, jaką ma zwykła żarówka. Przy czym wiadomo, dzięki wykonanym na Ziemi obserwacjom spektroskopowym, że jest to układ podwójny, a wybuchowi ulega jedynie chłodniejsza z dwóch gwiazd.

Od maja do grudnia ubiegłego roku średnica mgławicy zwiększyła się z 4 do 7 lat świetlnych. Jej obecna widoma wiel-

kość na niebie to nieco więcej niż wielkość kątowa Jowisza. Jeszcze przez kilka następnych lat będzie się ona powiększać w miarę jak pędzące z szybkością prawie 300 000 km/s światło będzie docierać do coraz odleglejszych od gwiazdy warstw odrzuconej wcześniej materii. Taka wędrówka nieco okrężną drogą powoduje, że materia staje się dla nas widoczna dopiero miesiąc po tym, jak promieniowanie wyemitowane podczas wybuchu w naszym kierunku dotarło już do Ziemi. Ostatecznie jednak, wraz z docieraniem fotonów z tylu mgławicy, echo świetlne spowoduje wrażenie zapadania się jej aż do zniknięcia gdzieś w roku 2010.

To efektowne widowisko jest swego rodzaju „astronomicznym tomogramem”, który dzięki potędze obserwacyjnej Teleskopu Kosmicznego Hubble'a pozwoli na bardzo dokładne przebadanie materii stanowiącej niegdyś część tajemniczej V838 Monocerotis. Był to łatwić to wyjaśnienie mechanizmu jej wybuchu oraz niezwykłego zachowania, nie przewidywanego przez obecne teorie wybuchów nowych. Sama gwiazda jest do tego stopnia unikatowa, że być może jest reprezentantką jakiegoś przejściowego stadium ewolucji gwiazd, rzadko obserwowanego. Wykazuje też nieznaczne podobieństwo do pewnej bardziej niestabilnej grupy starych gwiazd zmiennych, zwanych wybuchowymi, które nagle i w sposób nieprzewidywalny zwiększą swoją jasność. (mag)



Wielce Szanowni i Drodzy Czytelnicy,

Wszechświat jest pełen niespodzianek. Początek roku przyniósł lawinowe odkrycia nowych satelitów Jowisza. Znamy ich teraz już nawet 60, a liczba znanych naturalnych satelitów w Układzie Słonecznym wzrosła do 127. Odkryto też dwie niezwykłe supernowe, które znajdują się w odległości 5 i 6 mld lat światła od Ziemi. Rok temu wybuchała gwiazda zmienna V838 Mon. W ciągu paru tygodni pojaśniała ona 10 tys. razy i stała się najjaśniejszym obiektem naszej Galaktyki, jest 600 tys. razy jaśniejsza niż nasze Słońce. Dziś, dzięki kolejnym zdjęciom wykonanym przez teleskop kosmiczny Hubble'a, widzimy historię jej życia. Fotony wyemitowane w czasie wybuchu docierają do wcześniejszych odrzuconych przez nią warstw materii, a rozpraszając się na nich stwarzają wrażenie rozszerzającej się otoczki. A to jest „echo świetlne”, swoista „tomografia” gwiazdy. Pokazujemy te obrazy na obu stronach okładki. Pojawiły się też ostatnio nowe błyski gamma i zaobserwowano wiatry z czarnych dziur. Piszemy też o tym na naszych stronach.

Tym zeszytem pragniemy wyrazić nasz szacunek i uznanie dla nestora polskich astronomów, Profesora Antoniego Opolskiego. W czerwcu Profesor będzie obchodził 90. rocznicę urodzin. Kłaniamy się nisko Panu Profesorowi, gratulujemy serdecznie i zapraszamy do lektury rozmowy z Nim przeprowadzonej przez Jego wrocławskich uczniów.

Promieniowanie korpuskularne obok promieniowania elektromagnetycznego i poszukiwanego promieniowania grawitacyjnego jest ważnym źródłem informacji o naturze otaczającego nas świata. Częstkom promieniowania kosmicznego jest poświęcony otwierający ten zeszyt artykuł profesora Michała Ostrowskiego z Krakowa. Dzisiaj wiemy, że bez zbadania częstek o wielkich energiach nie potrafimy w pełni wyjaśnić takich procesów, jak formowanie się gwiazd, kwazarów i błysków gamma.

Nasz ukraiński kolega, Klim Czuriumow z Kijowa, przybliża nam Ziemię jako planetę. Opisuje okoliczności jej narodzin, osobliwości jej kształtu i struktury wewnętrznej, jej atmosferę i pole magnetyczne. Ciekawe są uwarunkowania wzajemnego oddziaływania Ziemi i Księżyca oraz przyszłe losy tego związku.

Rozgwieźdzone niebo interesuje i inspiruje artystów. Astronomiczną analizę niektórych dzieł wielkiego malarza, Vincenta van Gogha, przedstawia profesor Józef Smak z Warszawy.

W „Elementarzu Uranii” dotarliśmy do najgorętszych typów widmowych, gwiazd typu O, kończąc tym samym naszą prezentację klasyfikacji widmowej. W „Astronomii w szkole” zajmujemy się opisami zjawisk astronomicznych w dziełach Juliusza Verne'a, a w „Poradniku obserwatora” zasięgiem granicznym cyfrowego aparatu fotograficznego. Obserwatorom Pozycji i Zakryć przedstawiamy przygotowania do czerwcowej konferencji SOPiZ PTMA, a innym obserwatorom zapewne wiele pomoże omawiane oprogramowanie XEphem 3.5.

Młodzież szkół średnich odbyła swoje, już XIX Ogólnopolskie Młodzieżowe Seminarium Astronomiczne w Grudziądzu. Po raz drugi z rzędu wygrał je Piotr Wirkus, uczeń Technikum Ekologicznego z Lęborka — gratulujemy zwycięzcy i wszystkim uczestnikom.

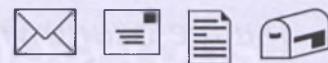
Chciałbym zachęcić Państwa do obserwacji niezwykłego zjawiska — przejścia Merkurego na tle tarczy słonecznej w dniu 7 maja 2003 r. Zjawisko rozpocznie się ok. godz. 7.17 czasu letniego, gdy Słońce będzie 15° nad horyzontem. Merkury będzie w połowie swej drogi na tarczy Słońca ok. 9.52, a ok. 12.28 nastąpi koniec tranzytu. Bardziej szczegółowe dane podane są w „Kalendarzyku astronomicznym” w poprzednim zeszytce naszego pisma („Kalendarzyk” publikujemy z dwumiesięcznym wyprzedzeniem). W tym samym miesiącu będziemy mieli zaćmienie Słońca: jest to zaćmienie obrączkowe, ale w Polsce będzie widoczne jako zaćmienie częściowe.

Życzę Państwu przyjemnej lektury i interesujących obserwacji.

Toruń, w kwietniu 2003 r.



foto: A. Dajuszka-Wiśniewska



Witam z Poznania. Po dłuższej przerwie mam znowu okazję prenumerować „Uranię”. Mam pytanie dotyczące zamieszczanych rysunków konfiguracji księżyco Jowisza i Saturna w dziale „Kalendarz astronomiczny 2003”. Księżyce Jowisza przedstawiane są w układzie rzeczywistym, tak jak je widzę przez moją ZRT. Księżyce Saturna natomiast widzę w układzie odwróconym, jak przez teleskop. Czy taki jest powód odwrotnych opisów kierunków wschód-zachód dla poszczególnych rysunków, czy też przyczyna jest inna? Rozpoczęty temat astrofotografii aparatem cyfrowym jest trafiony idealnie i wart kontynuowania, łącznie z późniejszą obróbką zdjęć. Z poważaniem

Mariusz

Odp. Szanowny Kolego, rzeczywiście, powodem różnego traktowania księżyco Jowisza i Saturna na diagramach jest ich „obserwonalność”. Otóż księżyce Jowisza obserwować można już przez lornetkę (i wiele osób tak czyni), natomiast do obserwacji księżyco Saturna niezbędny jest teleskop. Z tej samej przyczyny mapy Księżyca najczęściej publikuje się biegunem północnym ku górze, a np. mapy Marsa często odwrotne.

Pozdrawiam

Tomasz Ściążor

Szanowny Panie Profesorze!

W nawiązaniu do sprostowania z UPA 2/2003 dotyczącego planetoidy Varuna chcę poinformować, że właściwy numer i nazwa tej planetoidy to 20000 Varuna, jak pisze p. Katarzyna Słyk w UPA 5/2002 s. 215, a nie 2000 Varuna, jak pisze ta sama Autorka na s. 210. Liczba przed nazwą planetoidy określa jej numer. Do

tej pory, 18 marca 2003, znamy 215 930 (orbit) planetoid, z czego tylko 58 092 planetoid ma swój numer (od 1 do 58 092). Planetoida otrzymuje swój numer, gdy dokładność wyznaczenia jej orbity osiąga pewną wartość akceptowaną przez Minor Planet Center działające przy Smithsonian Astrophysical Observatory pod auspicjami Komisji 20. Międzynarodowej Unii Astronomicznej. Gdy ta dokładność nie jest spełniona, to planetoida odkryta w 2003 roku nazywa się np. 2003 EE16. Warto pamiętać, że 10 395 planetoid ma już swoją nazwę, np. Ceres, Varuna. Te i inne informacje można znaleźć na stronie cfa-www.harvard.edu/iau/lists/ArchiveStatistic.html.

Serdecznie pozdrawiam
Ireneusz Włodarczyk

Szanowna Redakcjo!

Pragnę wyrazić swoje podziękowanie i uznanie p. doc. dr hab. Andrzejowi Krasińskiemu za świetny artykuł nt. teorii względności zamieszczony w „Uranii” 5/2002, który moim zdaniem znakomicie spełnia popularyzatorską rolę.

Choć przeczytałem już sporo publikacji na ten temat, to jednak dopiero teraz tak naprawdę dowiedziałem się „o czym to jest” (jak w tytule). Nie mogę co prawda powiedzieć, że w pełni zrozumiałem teorię względności, bo jest to zagadnienie bardzo trudne i skomplikowane, ale w każdym razie poznalem jej podstawowe założenia i zasady, które autor artykułu w sposób jasny, zwiążły i przystępny w nim przedstawił, a także wynikające z niej efekty i zjawiska, które przez jej genialnego twórcę Einsteina zostały przewidziane, a następnie przez wielu badaczy obserwacyjnie potwierdzone. Zrozumienie tych zjawisk

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!

niewątpliwie ułatwia ich usystematyzowana prezentacja (w punktach), a wyjaśnienie różnic między OTW a STW jest również jasne i czytelne.

Bardzo cennym uzupełnieniem artykułu jest jego fragment dotyczący wykorzystania ogólnej teorii względności w praktyce, a mianowicie w zastosowaniu do systemu GPS.

Pozwolę sobie jeszcze przedstawić kilka pytań i uwag szczegółowych skierowanych do autora artykułu.

1. Wydaje się, że do czterech zaobserwowanych i potwierdzonych efektów OTW, opisanych na s. 201, należałoby dla kompletu dodać chyba piąty, o którym mowa na następnej stronie, a dotyczący chodu zegara, który — umieszczony w silnym polu grawitacyjnym — systematycznie opóźnia się względem zegarów umieszczonych w słabszym polu (czy efekt ten można również nazwać dylatacją czasu — tak jak w STW?).

2. Drobny mankamentem są moim zdaniem zbyt ubogie oznaczenia na rysunkach, brak tam bowiem nawet oznaczenia kąta ugięcia promienia światlnych (o błędzie zecerskim we wzorze dotyczącym tego kąta pisałem w moim poprzednim piśmie z dnia 13. 01. br.); w ich zrozumieniu pomogły mi rysunki zamieszczone w zeszytach „Uranii” 4/2002 s. 180 i 2/1996 s. 48.

3. Skoro zegar na powierzchni Ziemi w ciągu każdej sekundy spóźnia się względem zegara na satelicie GPS, to prędkość chodu tego drugiego należy chyba zmniejszać,

prawda? Moja wątpliwość spotowana jest tym, że z artykułu zamieszczonego w „Postęps Astronomii” 1/1995 s. 18 (w ramce) wynika, iż wzorce atomowe na GPS-ach wymagają systematycznego przestrajania polegającego na zwiększeniu ich częstotliwości. Jak jest w rzeczywistości?

Z jakiego wzoru wyliczono opóźnienie zegara ziemskiego względem idealnego? Wartość $4,465 \times 10^{-10}$ uzyskuje się ze wzoru GM/Rc^2 ; w jakich przypadkach stosuje się to wyrażenie, a kiedy obowiązuje wzór relatywistyczny

$$dt/dt_0 = 1/(1 - 2GM/Rc^2)^{1/2}$$

— („Urania” 10/1993 s. 261)?

4. Jaki wzór stosuje się do obliczania opóźnienia chodu zegara spowodowanego dużymi prędkościami (STW)? Czy obowiązuje tu zależność podobnego typu jak w przypadku przyrostu masy, tj.

$$dt/dt_0 = 1/[1 - (v/c)^2]^{1/2}?$$

5. Jak pogodzić stwierdzenie, że skoro w przestrzeni nie istnieją linie proste, to musi być ona zakrzywiona (s. 199) — ze stwierdzeniem zamieszczonym w innym artykule tego samego zeszytu (s. 222), iż istnieje „dowód na to, że Wszechświat jest płaski, czyli że dwie równoległe linie nigdy się w nim ani nie zbiegną, ani nie rozbiegą — zawsze będą równoległe”? Czy jest to związane z tzw. „największą pomyłką Einsteina”? A może to po prostu dla mnie za trudne?

6. Czy zakrzywienie promieni światlnych, które w szczególnym przypadku mogą okrązać

dokończenie na s. 135

Kupię
Sprzedam
Zamienię
Nawiążę kontakt...

W tej rubryce zamieszczamy bezpłatnie ogłoszenia naszych Czytelników (do 250 znaków).

Sprzedam teleskop Cassegraina śr.=250, f=2270, montaż paralaktyczny, tubus ażurowy, głowica okularowa obrotowa, okular mikroskopowy o zmiennym powiększeniu, napęd prowadzący.

tel 0-32-2413486

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: 2000 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 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:

Karolina Wojtkowska, CA UMK,
ul. Gagarina 11, 87-100 TORUŃ
tel. (0-56) 611 30 14
E-mail: urania@astri.uni.torun.pl

Prenumerata w roku 2003 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 lutym 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

100 Tajemnicze cząstki promieniowania kosmicznego o ultrawysokich energiach

Michał Ostrowski

Cząstki, które były źródłem kaskad obserwowanych przed drugą wojną światową przez Augera, miały energie o wiele większe niż najwyższe energie w dzisiejszych akceleratorach. Obecnie wiemy, że z kolei najwyższe energie promieni kosmicznych mogą być jeszcze ponad sto tysięcy razy większe (!). Właśnie ich tajemnicom poświęcony jest ten artykuł.

105 Profesor Antoni Opolski wspomina

Z okazji 80-lecia swego istnienia i 80-lecia istnienia Polskiego Towarzystwa Astronomicznego „Urania” prosiła o wspomnienia wielu polskich astronomów lub przeprowadziła z nimi wywiady. Z profesorem Antonim Opolskim rozmawiają Barbara Cader-Sroka i Andrzej Pigulski.

112 Ziemia — planeta Kopernika

Klim I. Czuriumow

Ziemie możemy z całą pewnością uważać za planetę Kopernika, bowiem to On wprowadził ją jako planetę do swego systemu heliocentrycznego. Nasz ukraiński Autor przybliża nam okoliczności narodzin Ziemi, opisuje strukturę jej wnętrza, osobliwości kształtu, jej atmosferę, pole magnetyczne i przyszłe losy jej związków z Księzcem.

118 Van Gogh, Książyc, planety i gwiazdy

Józef Smak

Rozgwieździone niebo od wieków zacieka i inspiruje artystów. Powstają piękne strofy poezji, kompozycje muzyczne i malarskie. W tym roku przypada 150 rocznica urodzin wielkiego malarza Vincenta van Gogha, który niebu poświęcił kilka ze swych arcydzieł. Ciekawa jest astronomiczna analiza niektórych jego dzieł, którą przedstawia ten artykuł.

w kolorze: Echo świetlne wokół V838 Monocerotis (okł. II); Van Gogh, Książyc, planety i gwiazdy (wkl. I); Mgławica „Jajko” (wkl. II-III); Galeria Uranii (wkl. IV; okł. III); Astronomiczne spotkania w Grudziądzu i w Łodzi (okł. IV)

rozmaitości: Wiatry z czarnych dziur (116); Błyski gamma — nowe dowody (117); Księżyca niemoc (122)

w kraju: PTA informuje (121); XIX OMSA w Grudziądzu (132)

elementarz Uranii: Typ widmowy O

poradnik obserwatora: Aparat cyfrowy w astrofotografii (cz. III – graniczny zasięg gwiazdowy)

astronomia w szkole: Astronomia w dziełach Juliusza Verne'a

P.T. Miłośnicy Astronomii obserwują: Spotkanie obserwatorów SOPiZ

recenzje: SCHODY DO GWIAZD. Obserwacje nieba w trzech wielkich starych kulturach (134); TAJEMNICA EPOKI LODOWCOWEJ. Dlaczego wymarły mamut i inne wielkie ssaki przeszłości (134); XEphem 3.5 (135)

kalendarz astronomiczny 2003: lipiec — sierpień

astronomia i muzyka: Planety Gustava Holsta

relaks z Uranią: krzyżówka

ciekawe strony internetowe

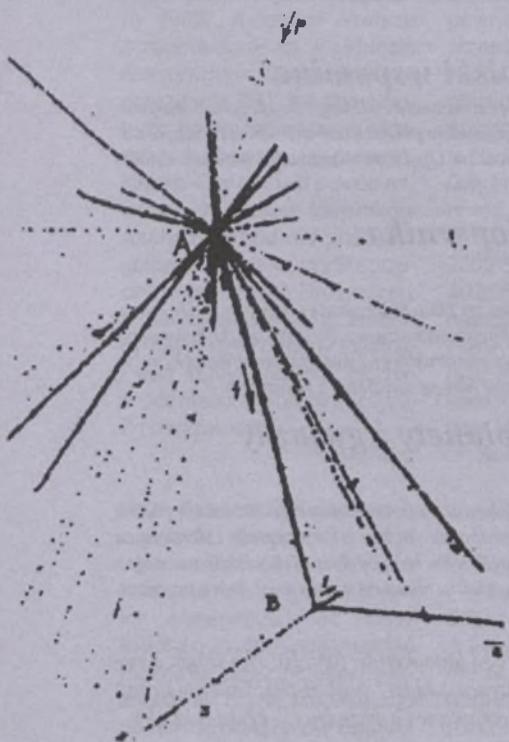
NA OKŁADCE

Położona w odległości 20 tys. lat świetlnych od nas gwiazda zmienna V838 Mon wybuchała w styczniu 2002 r. i w ciągu kilku tygodni pojaśniała 10 tys. razy, stając się jedną z najjaśniejszych gwiazd naszej Galaktyki, 600 tys. razy jaśniejszą od Słońca.

Wykonane w październiku tego samego roku zdjęcie pokazuje zjawisko tzw. echa świetlnego. Fotony wyemitowane podczas wybuchu docierają do kolejnych warstw materii oddzielonej w poprzednich erupcjach i odbijając się od pyłu, biegąc ku nam, wywołując zludzenie rozszerzania się gwiazdnej otoczki. Sama gwiazda zmienna, której czerwone światło widać w centrum „kokonu”, to bardzo intrugująca i nietypowa nowa, o której piszemy nieco więcej na drugiej stronie okładki.

Fot. NASA, ESA i H.E. Bond (STSci).

Tajemnicze częstki promieniowania kosmicznego o ultrawysokich energiach



Pierre Victor Auger — odkrywca pęków promieniowania kosmicznego

Wyjaśnienie pochodzenia docierających do Ziemi z głębin Wszechświata cząstek z energiami sięgającymi nieraz kilkudziesięciu dżulu może być w niedalekiej przyszłości największym osiągnięciem astrofizyki, a może też spowodować rewolucję w fizyce. Poniżej, krótko i bardziej obrazowo niż ściśle, przedstawiam prowadzone obecnie badania, w których biorą też udział polscy uczeni z Krakowa i Łodzi.

Historia badania promieni kosmicznych zaczęła się w roku 1912, kiedy to profesor Victor Hess wzniósł się balonem na wysokość 5 km, mierząc w trakcie lotu tempo rozładowywania się elektroskopu. Przypuszczało wtedy, że utrata ładunku przez nawet najlepsze takie urządzenia jest wywołana przenikliwym promieniowaniem gamma z rozpadów pierwiastków radioaktywnych, które — jonizując powietrze w elektroskopie — umożliwiają przepływ niewielkiego prądu neutralizującego zgromadzony w nim ładunek elektryczny. Hess wyruszył w podniebną podróż, spodziewając się, że z dala od Ziemi proces ten zaniknie. Całkiem niespodziewanie zauważył przy wznoszeniu, że od pewnej wysokości elektroskop rozładowywał się

co raz szybciej, a zatem tempo jonizacji powietrza wzrastało wraz z wysokością. Musiało być za to odpowiedzialne promieniowanie przychodzące do nas z kosmosu, bo radioaktywność samego powietrza jest znikoma. Dopiero wiele lat później stwierdzono, że dochodzące promienie, nazwane promieniowaniem kosmicznym, to w większości cząstki materialne o wielkich energiach. Obecnie wiemy, że bez zbadania tych cząstek i ich pochodzenia nie potrafimy w pełni wyjaśniać większości ważnych procesów w kosmosie — od formowania gwiazd w dysku galaktyki do kwazarów i błysków gamma. Być może miały one także wpływ na procesy ewolucji na Ziemi, bo wnikając do żywych organizmów, mogły przypadkowo modyfikować w nich kod genetyczny. Poniżej zajmiemy się tą częścią obecnych badań promieniowania kosmicznego o najwyższych energiach, która sięga w nieznane obszary astronomii, a może i fizyki.

W największych akceleratorach cząstek, budowanych przez fizyków na Ziemi, potrafimy tak bardzo rozędzić protony, że niesiona przez nie energia jest tysiące razy większa od ich energii spoczynkowej $E = mc^2$. W trak-

cie zderzeń takich cząstek ze sobą część tej energii jest zamieniana z powrotem na masę wielu wytwarzanych przy tym cząstek wtórnych, a jeden rozprzędzony proton może wyprodukować dziesiątki protonów lub innych znanych (a jeśli badacz miał szczęście, to i nieznanych) fizykom cząstek. W dziedzinie promieni kosmicznych okazuje się jednak, że takie energie to betka. Już w roku 1937 Francuz Pierre Auger odkrył, że docierające do powierzchni Ziemi cząstki promieniowania kosmicznego przychodzą często w pękach, bombardując na dużej powierzchni grunt i rozmieszczone na nim detektory. Wyjaśniono, że jest to efekt końcowy związany z wdarciem się do naszej atmosfery jednej cząstki o bardzo wielkiej energii. Ta, zderzając się z atomami powietrza (a dokładniej z jądrami tych atomów), zamienia swoją początkową energię na nowo tworzone cząstki wtórne lub obdziela swoją energię cząstki wybite z jąder. Te z kolei zderzają się z kolejnymi atomami, zwiększając tak długo swoją liczebność, aż energia pojedynczych cząstek stanie się za mała dla tworzenia czy wybijania nowych. Zanim to nastąpi, jedna docierająca do atmosfery ziemskiej cząstka zamienia się w rój cząstek biegących ku ziemi z prędkością bliską prędkości światła. Cząstki, które były źródłem kaskad obserwowanych przed drugą wojną światową przez Augera, miały energie o wiele większe niż najwyższe energie w dzisiejszych akceleratorach. Obecnie wiemy, że z kolei najwyższe energie promieni kosmicznych mogą być jeszcze ponad sto tysięcy razy większe (!). Właśnie ich tajemnicom poświęcony jest ten artykuł.

Na rys. 2 przedstawiono liczbę docierających do nas cząstek o najwyższych energiach, zmierzona w olbrzymim japońskim detektorze AGASA. Patrząc na rysunek, niełatwo odczytać główną trudność, jaką napotykają astrofizycy przy takich pomiarach: bardzo małe liczby dolatujących do nas cząstek. O ile jedna cząstka z tych obserwowanych przez Augera wpada w atmosferę mniej więcej raz na dzień na metr kwadratowy, to jedna z tych o energiach sięgających dziesiątek dżuli — to znaczy więcej niż 10^{20} elektronowolta (eV) — pada średnio na kilometr kwadratowy raz na sto

lat. Zatem aby zaobserwować kilka takich cząstek, potrzeba naprawdę olbrzymich detektorów. Wspomniany wyżej japoński detektor jest położony w sporej dolinie wśród wzgórz niedaleko Tokio, na powierzchni około 100 km^2 . Na szczęście nie trzeba całej powierzchni przykrywać aparaturą, wystarczy, że pojedyncze detektory są od siebie oddalone o około 1 km. Cząstki, którymi się zajmujemy, przelatując przez atmosferę, wytwarzają dziesiątki miliardów cząstek wtórnych, które bombardują potem powierzchnię Ziemi na przestrzeni

wielu kilometrów. Zarejestrowanie ich w kilku detektorach nie pozwala oczywiście od razu podać energii całej kaskady. Staje się to możliwe, gdy porównamy obserwacje z wynikami komputerowego modelu dla kaskady, którego przykład pokazano na rys. 3. Różne czynniki utrudniają taki pomiar energii pierwotnej cząstki. Niedokładna znajomość oddziaływania początkowej cząstki, której energia jest dużo wyższa niż możliwości dokonywania pomiarów w akceleratorach, jest jednym z nich. W rezultacie energię kaskady można wyznaczyć z dokładnością do około 20%. Dodatkowo, pomiary opóźnienia docierania — wyglądającego jak płaski naleśnik wypełniony cząstekami — pęku do kolejnych detektorów pozwalają na dosyć dokładne wyznaczenie kierunku, z którego przyleciała początkowa cząstka.

Inną ciekawą możliwością obserwacji takich kaskad jest obserwacja świecenia wywoływanego przez nie przy przelocie w atmosferze. Cząstki kaskady, lecąc w powietrzu, „obijają się” o cząsteczki azotu, pobudzając je do świecenia fluoresencyjnego w zakresie niebieskich fal widzialnych. Inny ciekawy mechanizm świecenia



Rys. 1. Detektor AGASA (Akino Giant Air Shower Array) w Japonii. Biały budynek poniżej środka zdjęcia to centralne laboratorium, gdzie są ulokowane komputery gromadzące ogromne ilości danych

cząstek kaskady wynika z tego, że prędkość światła w powietrzu jest nieco mniejsza niż prędkość światła w próżni. Dzięki temu cząstki o bardzo wysokich energiach mogą się poruszać w atmosferze Ziemi szybciej niż światło. Wykazują one wzduż kierunku swego ruchu tak zwane promieniowanie Czerenkowa, które można obserwować jako zwykłe światło niebieskie. Oba powyższe typy promieniowania: promieniowanie fluoresencyjne atmosfery oraz rozproszone promieniowanie Czerenkowa można obserwować prostymi teleskopami optycznymi. Mierząc ilość docierającego światła i przesuwania się świecenia po niebie, można oceniać energię i kierunek przychodzących cząstek. Niestety, takie błęski światła są zbyt słabe dla oka ludzkiego. Poważnym kłopotem dla wspomnianych pomiarów są wymagania dotyczące idealnych warunków pogodowych i możliwość obserwacji jedynie wtedy, gdy Księżyc nie rozświetla nam firmamentu. Największe działające obecnie obserwatorium tego typu mieści się na pustyni w stanie Utah, w Stanach Zjednoczonych. Uzyskano tam ważny wynik: w najwyższym rozprzetrzywanym zakresie energii charakte-

rystyki obserwowanych kaskad dobrze pasują do hipotezy, że wywołujące je cząstki to protony, a nie na przykład jądra ciężkich pierwiastków, które powinny zapoczątkowywać kaskady nieco wyżej w atmosferze.

Warto może wspomnieć, że obecnie próbuje się też całkiem nowych typów pomiarów. Przykładowo, jeśli cząstka o najwyższej energii uderzy w Księżyc i wniknie pod jego powierzchnię (łatwiej jej to zrobić, jeśli jest słabo oddziałyującym z materiałem neutrinem), to zderzając się tam, może wytworzyć w gruncie księżycowym kaskadę cząstek promieniującą w zakresie fal radiowych. Próby rejestracji takich fal wyłaniających się z gruntu księżycowego podejmują fizycy z Los Angeles olbrzymim radioteleskopem w Goldstone. Na razie nie mamy jednak pewności, czy wśród cząstek promieniowania kosmicznego są też wspomniane tu neutrino. Jeśli są, to mogłyby one przelatywać swobodnie przez naszą atmosferę i tworzyć kaskady na przykład pod powierzchnią oceanów. Cząstki kaskady, która rozwija się w gęstej wodzie morskiej jak kilkudziesięciocentymetrowa miniatyrka zjawiska obserwowanego w atmosferze, zdeponują tam energię wielu dżuli, powodując momentalne podgrzanie i rozprężanie wody, wywołujące fale dźwiękowe. Podejmuje się próby „usłyszenia” takich fal, wykorzystując rosyjskie (amerykańskie odberają na zbyt niskich częstotliwościach) podmorskie wojskowe detektory łodzi podwodnych. Próby stosowania takich niekonwencjonalnych metod mogą niektórych dziwić, ale jak tu nie próbować, skoro badanie cząstek o najwyższych energiach daje szansę na wielkie odkrycie czegoś naprawdę nowego w nauce.

Skąd te cząstki?

Uzyskanie odpowiedzi na to pytanie stanowi obecnie jeden z najbardziej pasjonujących problemów badawczych. Poniżej opisujemy niektóre z hipotez i propozycji wyjaśnienia ich pochodzenia. Zajmijmy się najpierw tym, czym te cząstki prawie na pewno są. Proton o energii 10^{20} eV w takim polu magnetycznym jak w naszej Galaktyce, około 100 tys. razy słabszym od pola na Ziemi, porusza się po okręgu o promieniu dużo większym od

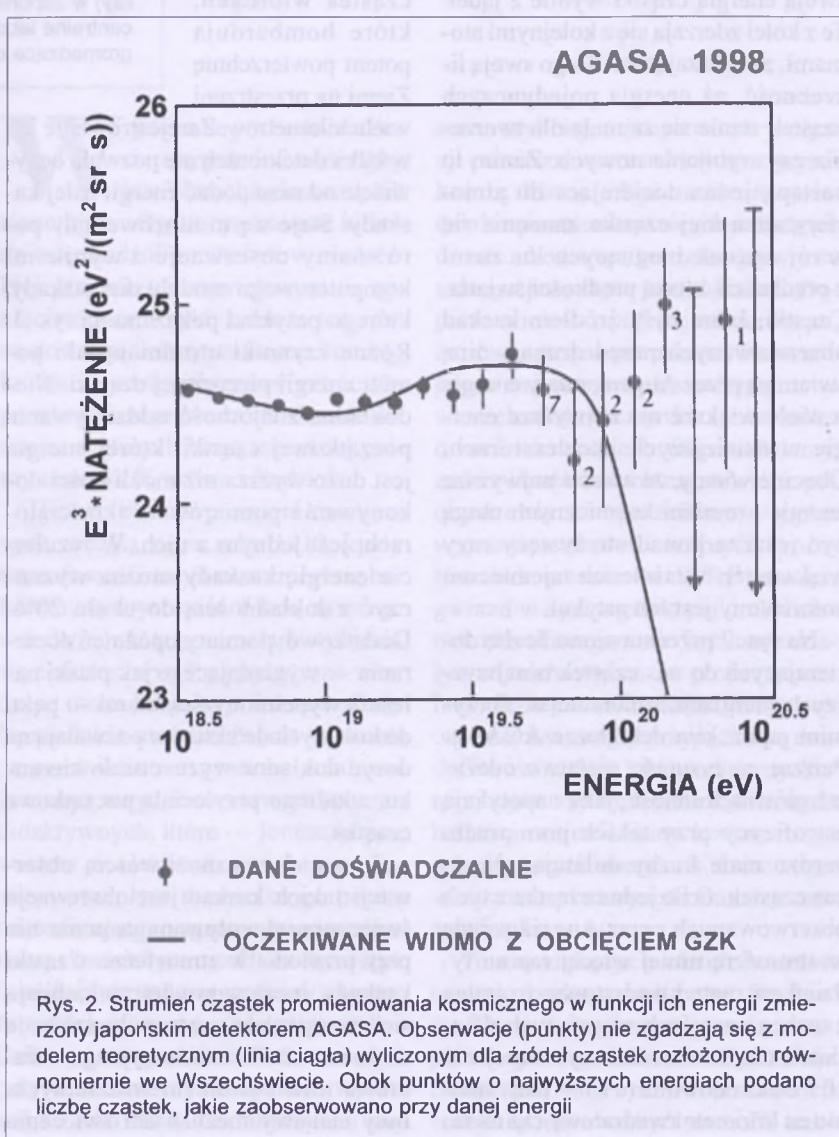
rozmiarów całej Galaktyki. Zatem, gdyby nasze cząstki były protonami i powstawały w Galaktyce, powinny docierać do Ziemi słabo odchylone od kierunku ich źródeł. Obserwowane kierunki cząstek nie wykazują jednak wcale tendencji do grupowania na niebie w pasie Drogi Mlecznej, malowanej przez gwiazdy i mgławice naszej Galaktyki. Z drugiej strony, protony takie (a tym bardziej złożone jądra atomowe) nie mogą docierać do nas z odległych głębin kosmosu z powodu „tarcia” o wypełniające Wszechświat mikrofalowe promieniowanie tła. Potrafi ono spowolnić cząstkę o dowolnie dużej energii do wartości poniżej 10^{20} eV po przebyciu drogi będącej drobną częścią całego obserwowanego Wszechświata, niewiele większej niż „marne” 100 mln lat świetlnych.

Zatem, skoro cząstki te nie są ani z bardzo bliska, ani z bardzo daleka, to skąd one właściwie są? W tej chwi-

li astrofizycy rozpatrują dwie główne koncepcje dotyczące ich pochodzenia. Pierwsza przyjmuje, że hipotetyczne, nie obserwowane dotąd bardzo ciężkie cząstki powstałe we wczesnych fazach ewolucji Wszechświata rozpadają się teraz, wyrzucając przy okazji cząstki o największych energiach. Z kolei rozpatrywane są też możliwości przyspieszania cząstek do takich energii w rozmaitych obiektach astronomicznych, w znanych astrofizykom procesach akceleracji.

W poszukiwaniu kosmicznych akceleratorów

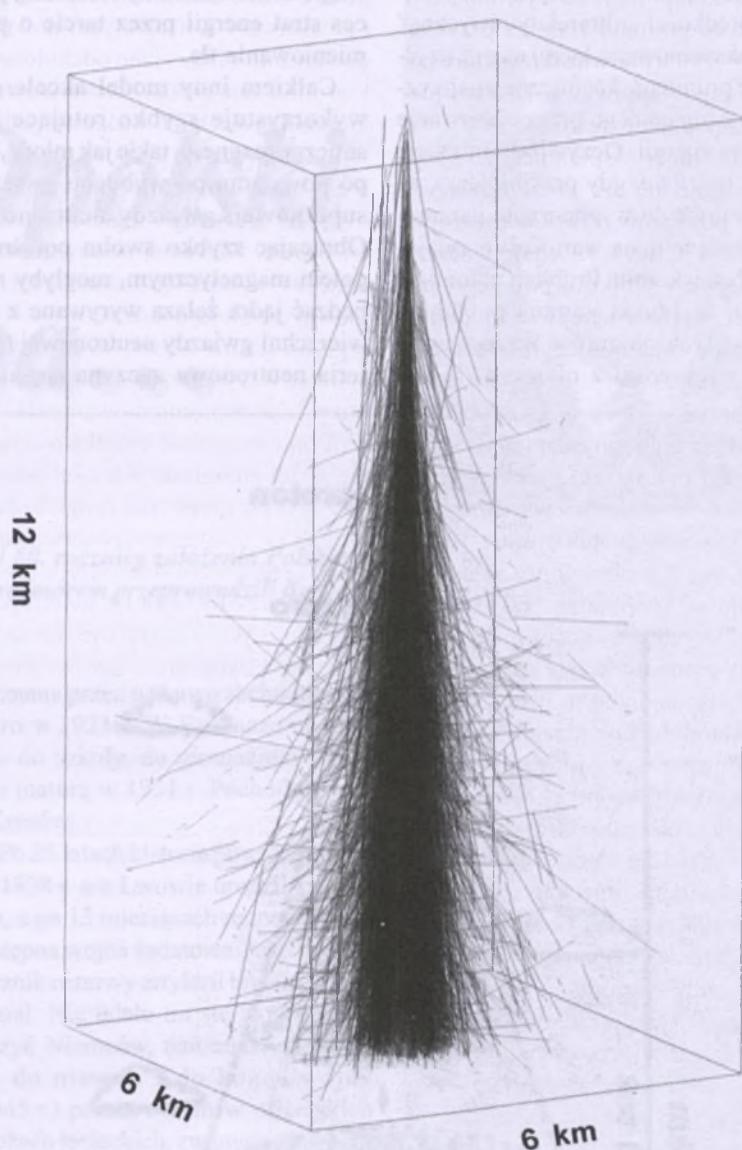
Aby rozpoczęć naładowaną cząstkę do wielkich energii, musimy ją jakość utrzymać, uwieźć w obszarze przyspieszania. W przestrzeni kosmicznej jest to możliwe dzięki polu magnetycznemu. Z kolei, aby straty energii (takie jak wspomniane wyżej „tarcie” o promieniowanie mikrofalo-



we) nie zahamowały procesu przyspieszania, musi on być odpowiednio szybki. Rolę obu tych czynników analizował na początku lat 80. Michael Hillas i pokazał, które z obiektów astronomicznych warto badać jako potencjalne źródła cząstek o ultrawysokich energiach. Opiszmy krótko niektóre z nich.

Galaktyki rozłożone są we Wszechświecie w obszarach przypominających z grubsza połączone ze sobą plasty lub kolumny, w których lokalne zgęszczenia obserwujemy jako gromady galaktyk. Na takie olbrzymie, rosnące się na dziesiątki milionów lat świetlnych, struktury może opadać przyciągany grawitacyjnie gaz nie przerobiony jeszcze na gwiazdy. Jak pokazało modelowanie komputerowe procesu tworzenia struktury we Wszechświecie, mogą się przy takim spadku tworzyć olbrzymie fale uderzeniowe, gdy masy gazu zderzają się z prędkościami większymi od prędkości dźwięku. Działa wtedy proces przyspieszania cząstek. Do dziś nie wiadomo, jak często i wydajnie dzieje się to w otaczającym nas kosmosie. Ponadto modele samego procesu akceleracji wskazują, że w najlepszym przypadku dopuszczalnym przez obserwacje (a często przez ich brak) nie ma szans na uzyskanie cząstek o energiach bliskich 10^{20} eV, chociaż dziesięć razy mniejsze energie są już możliwe. Jednym z głównych powodów trudności z przyspieszaniem cząstek do większych energii okazuje się tu niewielka (w porównaniu z prędkością światła!) prędkość spadającej materii — „tylko” jakieś 1000 km/s.

Zwróciły zatem uwagę na fale uderzeniowe obserwowane w miejscach, gdzie materia płynie z prędkością bliską prędkości światła, np. w strugach materii wyrzucanych z obszarów aktywnych jąder galaktyk i tworzących olbrzymie radioźródła pozagalaktyczne o rozmiarach sięgających niekiedy milionów lat świetlnych. Strugi te, czy jak często się mówi „dżety”, kończą swój bieg, tworząc relatywistyczne fale uderzeniowe obserwowane jako silnie świecące radiowo „gorące plamy”. Prędkości przepływu materii w dżetie tworzącym gorącą plamę nie da się dokładnie zmierzyć, ale astronomowie oceniają, że jest ona bliska przynajmniej połowie prędkości światła. Wte-



Rys. 3. Wymodelowany komputerowo obraz kaskady cząstek w atmosferze, zapoczątkowanej przez wpadający proton o energii 10^{19} eV (około 2 J energii). Zaznaczono tory tylko niektórych spośród miliardów cząstek kaskady, a protony i im podobne cząstki biegą w gęstwinie w centrum kaskady. Pierwsze zderzenie wpadającej cząstki zaszło jeszcze kilka kilometrów powyżej górnej części przedstawionej kaskady

dy przyspieszane w tej fali cząstki mogłyby w sprzyjających warunkach osiągnąć najwyższe obserwowane energie. Piszemy tu o „sprzyjających warunkach”, bo współczesne techniki obserwacyjne nie są w stanie dokładnie zmierzyć parametrów fizycznych w obszarze działania procesu akceleracji i zwykle przyjmuje się, że te parametry są właśnie takie, jakich potrzeba do uzyskania najwyższych energii. Jednak znacznym kłopotem dla takiego wyjaśniania pochodzenia promieni kosmicznych jest brak odpo-

wiednia silnych radioźródeł w sąsiedztwie naszej Galaktyki.

Kolejna możliwość rozpatrywana przez astrofizyków to wytwarzanie cząstek ultrawysokich energii w falach uderzeniowych, towarzyszących zjawisku „błysku gamma”. Pomiarów strumieni wysokoenergetycznych fotонów gamma z takich błysków nie da się wyjaśnić, jeśli nie przyjmiemy, że promieniująca materia porusza się z prędkością bliską 0,999 999 prędkości światła, prawdopodobnie jako skierowany w naszym kierunku dżet. Ma-

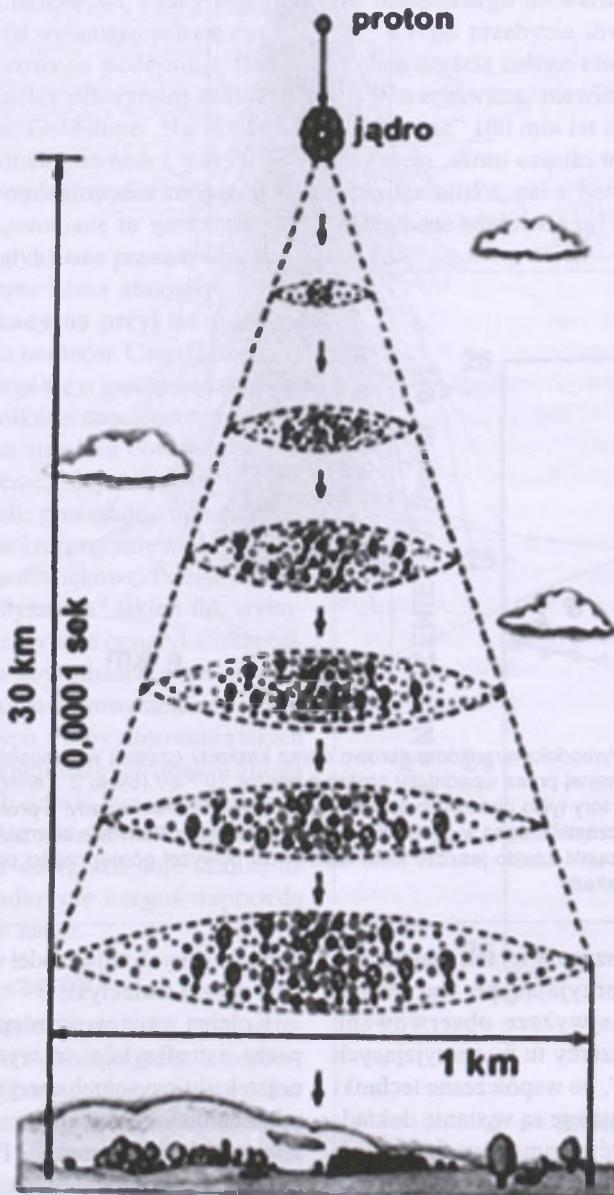
teria dżetu zderza się z otaczającym go ośrodkiem i tworzy przy tak wielkiej prędkości „ultrarelatywistyczną” falę uderzeniową, w której można uzyskiwać promienie kosmiczne z najwyższej wymaganego przez obserwacje zakresu energii. Oczywiście i tu staje się to możliwe, gdy przyjmujemy, że niemożliwe do wyznaczenia parametry fizyczne mają wartości sprzyjające przyspieszaniu. Problem natomiast z tym, że błyski gamma pochodzą z rozległych obszarów Wszechświata i z większości z nich cząstki nie

mają szans na dotarcie do Ziemi, ze względu na omawiany wcześniej proces strat energii przez tarcie o promieniowanie tła.

Całkiem inny model akceleracji wykorzystuje szybko rotujące kosmiczne magnesy, takie jak młode, tuż po powstaniu po wybuchu gwiazdy supernowej, gwiazdy neutronowe. Obracając szybko swoim potężnym polem magnetycznym, mogłyby rozpedzać jądra żelaza wyrywane z powierzchni gwiazdy neutronowej (materia neutronowa zaczyna się nieco

głębiej) do olbrzymich energii i wyrzucać je w kosmos. Ponieważ młode gwiazdy i wybuchy gwiazd supernowych występują głównie w pobliżu dysku naszej Galaktyki, więc brak koncentracji kierunków obserwowanych cząstek blisko tej płaszczyzny świadczy przeciwko takiemu modelowi dla cząstek o najwyższych energiach, może natomiast mieć istotny przyczynę do promieniowania kosmicznego o nieco niższych energiach. Podobną ciekawą możliwość zaczęto rozpatrywać w zeszłym roku. Obecnie mamy coraz więcej obserwacji sugerujących, że w centrach większości obserwowanych galaktyk rezydują czarne dziury o masach milionów, a nawet miliardów mas Słońca. Mają to być pozostałości po dawnych okresach świetności, gdy jaśniały one w kosmosie jako kwazary. W tej chwili niewielka ilość spadającej na te „marcwe kwazary” materii nie daje możliwości takiego potężnego świecenia. Niemniej jednak wnoszone ze zjonizowaną materią do szybko kręcącej się czarnej dziury pole magnetyczne powinno prowadzić do procesów podobnych do tych rozpatrywanych dla pulsarów i przyspieszających część znajdujących się tam cząstek do wysokich energii. W tej chwili jest sprawą nie rozstrzygniętą, czy mogą być przy tym osiągane najwyższe energie wymagane przez obserwacje.

Czy te lub inne podobne modele akceleracji cząstek wyjaśnia nam pochodzenie cząstek najwyższych energii? Być może odpowiedź na to pytanie dadzą obserwacje budowanym teraz w Argentynie, także z udziałem Polski (<http://auger.ifj.edu.pl>), olbrzymim obserwatorium promieni kosmicznych AUGER. A może okaże się, że trzeba zmodyfikować podstawy fizyki? Dziś nikt jeszcze nie zna odpowiedzi na te pasjonujące fizyków i astrofizyków pytania.



Rys. 4. Cząstka wysokiej energii wpadająca do atmosfery, wcześniej czy później zderza się z jądrem atomowym któregoś ze składników powietrza, powodując powstanie wielu cząstek wtórnych. Te wtórne cząstki z kolei znów zderzają się z napotkanymi atomami, produkując cząstki następnej generacji. Po wielu takich aktach powstaje cała kaskada cząstek, zwana wielkim pęknem atmosferycznym

Profesor Michał Ostrowski jest dyrektorem Obserwatorium Astronomicznego UJ w Krakowie. Jego zainteresowania naukowe koncentrują się wokół problemów astrofizyki wysokich energii

Profesor Antoni Opolski wspomina...

Z okazji 80. rocznicy powstania „Uranii” i 80. rocznicy założenia Polskiego Towarzystwa Astronomicznego wywiad z Profesorem przeprowadzili Barbara Cader-Sroka i Andrzej Pigulski.

BCS, AP: Szanowny Panie Profesorze, 80. rocznica powstania „Uranii” to dobra okazja, żeby powszczać. Czy zechciałby Pan zatem odpowiedzieć nam na kilka pytań związanych z Pana życiem i astronomią?

AO: „Urania” ma 80 lat, a ja zacząłem 90. rok życia. Chętnie podzielić się z Czytelnikami tego zasłużonego pisma moimi wspomnieniami z okresu, który przyniósł tyle ważnych zmian w Polsce i w polskiej astronomii.

BCS, AP: Czy mógłby Pan powiedzieć coś o swoim dzieciństwie i latach szkolnych?

AO: Należę do pokolenia Polaków, którzy przeżyli dwie wojny światowe.

Urodziłem się w 1913 r. w małej miejscowości nad Dniestrem, gdzie pracował mój ojciec, inżynier. Wtedy była to Galicja, należąca do Austrii. Byłem więc obywatelem austriackim. Gdy miałem 13 miesięcy, zaczęła się pierwsza wojna światowa. Ojca przenoszono z miejsca na miejsce, a ja często przebywałem z matką u babci we Lwowie. Dlatego nie pamiętam domu rodzinnego, tylko jakieś fragmenty pobytów w różnych miejscowościach.

Po zakończeniu wojny (1918 r.) i walk polsko-ukraińskich (1919 r.), już w roku 1920 przeniesiono ojca do Buczacza w woj. tarnopolskim. Tam też zamieszkaliśmy „na stałe” mimo tego, że wschodnia granica Polski na Zbruczu została ustalona w 1921 r.,

a uznana przez państwa zachodnie dopiero w 1923 r. W Buczaczu chodziłem do szkoły, do gimnazjum i zdąłem maturę w 1931 r. Pochodzę więc z Kresów.

Po 25 latach historia powtórzyła się. W 1938 r. we Lwowie urodził się mój syn, a po 13 miesiącach rozpoczęła się następna wojna światowa. Jako podporucznik rezerwy artylerii brałem w niej udział. Nie udało mi się jednak zwyciężyć Niemców, natomiast dostałem się do niewoli i do końca wojny (1945 r.) przebywałem w oficerskich obozach jenieckich, zwanych oflagami. W tym trudnym okresie żona z synem przebywali we Lwowie, który kolejno był radziecki, niemiecki i znowu radziecki. Po wojnie spotkaliśmy się we Wrocławiu i tutaj osiedliliśmy się na stałe, mimo wypowiadanych wówczas wątpliwości co do trwałości polskiej granicy zachodniej, nie zagwarantowanej traktatem pokojowym. A jednak Ziemia Odzyskane, te Kresy Zachodnie, okazały się trwalsze niż poprzednie, wschodnie, i dopiero we Wrocławiu życie moje i mojej rodziny się ustabilizowało.

Jako uzupełnienie mogę dodać, że po urodzeniu się syna w mojej rodzinie przychodziły na świat tylko dziewczynki: córka i trzy wnuczki, i trzecia wojna światowa nie wybuchła, chociaż ją przepowiadano. Ale chyba związku przyczynowego nie należy się tu doszukiwać.



Profesor Antoni Opolski w 1960 r.



Profesor Antoni Opolski w Nalcziku (Kaukaz) w czasie wyprawy na obserwację całkowitego zaćmienia Słońca w czerwcu 1954 r.

BCS, AP: *Jak to się stało, że został Pan astronomem?*

AO: Jeszcze przed maturą zastanawiałem się nad wyborem przyszłych studiów. Bez trudu odrzucałem zawody, które mi zdecydowanie nie odpowiadały: prawnika, lekarza, księdza. Jako syn inżyniera, dla podtrzymywania tradycji, powinienem studiować na politechnice. Ale w tym czasie dostałem popularnonaukową książkę Jeansa *Wszechświat* i dzięki niej zafascynowałem się astronomią — taka miłość od pierwszego czytania. Naiwnie wyobrażałem sobie pracę w obserwatorium, z dala od ludzi, tylko z gwiazdami. Po maturze, w 1931 r., wyjechałem do Lwowa i zapisałem się na Wydział Matematyczno-Przyrodniczy Uniwersytetu Jana Kazimierza, UJK. Wtedy na uniwersytecie astronomii nie było. Po śmierci prof. M. Ernsta w 1930 r. Katedra Astronomii nie została jeszcze obsadzona. Zacząłem więc studiować matematykę, ale po kilku miesiącach przyjechał z Warszawy zastępca profesora, doc. E. Rybka i ogłosił wykłady i ćwiczenia z astronomii. Dopiaśałem je do indeksu i w ten sposób roz-

począłem studia astronomii od drugiego trymestru pierwszego roku. Dodatkową okolicznością sprzyjającą podjęciu tej decyzji była nowa ustanowiona, która nadawała magistrom astronomii prawo nauczania matematyki w szkołach średnich, a po zdaniu egzaminów dodatkowych, również prawo nauczania fizyki. Zdałem te wszystkie egzaminy, aby ułatwić sobie uzyskanie posady nauczyciela gimnazjalnego na wypadek, gdyby sama astronomia nie zapewniała mi możliwości utrzymania rodziny. W 1935 r. przedstawiłem pracę magisterską i zdałem egzamin końcowy, a Rada Wydziału Matematyczno-Przyrodniczego UJK nadała mi stopień „magistra filozofii, jako dowód zakończenia studiów wyższych w zakresie astronomii”.

BCS, AP: *Jakie były okoliczności i warunki Państwowych studiów? Jak pisał Pan swoje rozprawy — magisterską, doktorską?*

AO: Moja praca magisterska nosi tytuł „Oceny gwiazdy X Centauri i 19 nowych gwiazd zmiennych dokonane na płytach z Johannesburga”. Profesor E. Rybka pożyczył do opracowania serię 297 klisz ze zdjęciami obszaru nieba południowego, współrzędne środka $\alpha = 12^{\text{h}}08^{\text{m}}$, $\delta = -44^{\circ}$. Zdjęcia uzyskano w latach 1928–1934 w Johannesburgu.

Na jednej z klisz zaznaczone były gwiazdy zmienne odkryte przy pomocy blinkmikroskopu. Należało odszukać te gwiazdy na wszystkich kliszach i metodą Argelandera oceniać ich jasność przez porównanie z sąsiednimi gwiazdami stałymi. Potem następovalo opracowanie tych ocen i wyznaczanie typów i okresów zmienności. W wyniku ustaliłem następujące typy: 10 gwiazd długookre-

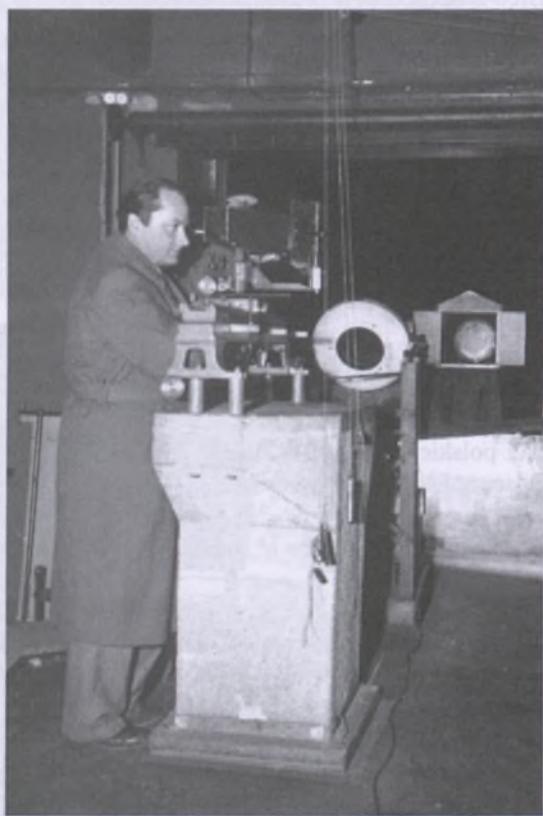
sowych Mira Ceti, 3 RR Lyrae i 1 zaćmieniową. Dla pozostałych zmiennych nie udało mi się oznaczyć typu zmienności.

Pracę tę przypomniałem sobie niedawno, czytając artykuł prof. Paczyńskiego („*Urania-Postępy Astronomii*” 1/2002) o masowym i w pełni zautomatyzowanym odkrywaniu gwiazd zmiennych. A ja wpatrzywałem się przez lupę w czarne plamki na szarym tle emulsji kliszy i oceniałem różnice między nimi w subiektywnej skali. Jak dużo zmieniło się przez te 70 lat!

W latach 1935/1936 odbywałem służbę wojskową w Szkole Podchorążych Rezerwy Artylerii. Następnie powróciłem do Instytutu Astronomicznego UJK i rozpoczęłem pracę jako asystent młodszy, a potem starszy. W latach 1937–1939 zbierałem i opracowywałem materiał do rozprawy doktorskiej pt. „*Niebieska, żółta i czerwona fotometria RT Aur i AW Per oraz gwiazd sąsiednich*”. Zdjęcia wykonywałem 10-cm kamerą o ogniskowej 50 cm, zamontowaną na tarasie budynku, w którym znajdował się Instytut, a więc na wzgórzu, ale w mieście. Do zdjęć używałem odpowiednich klisz i filtrów. Po zmierzeniu czułości spektralnej tych systemów wyznaczyłem ich efektywne długości fali: 4300 Å, 5500 Å i 6300 Å. W tych trzech systemach fotometrycznych uzyskałem 98 klisz obszaru RT Aur i 87 obszaru AW Per. Dla ustalenia skali wielkości gwiazdowych wykonywałem zdjęcia z siatką dyfrakcyjną nakładaną na obiektyw kamery. Wszystkie klisze zmierzzone zostały na fotometrze Schilta. W wyniku otrzymaniem krzywe zmian jasności badanych cefid oraz wielkości 28 gwiazd w okolicy RT Aur i 7 gwiazd obok AW Per — wszystkie dane w trzech systemach fotometrycznych. Następnie przeprowadziłem dyskusję zmian jasności i wskaźników barwy.

BCS, AP: *Uzyskał Pan doktorat tuż przed wojną i prawie natychmiast został wcielony do wojska, był na wojnie, w obozie. Czy zechciałby Pan opowiedzieć o tych wydarzeniach?*

AO: Mój przewód doktorski zakończył się w czerwcu 1939 r. Uzyskałem stopień doktora filozofii w zakresie astronomii. Jeszcze w tym samym miesiącu (26.) rozpoczęłem ćwiczenia wojskowe, które trwały do 19 sierpnia. Wró-



Profesor Antonii Opolski przy teleskopie horyzontalnym, który wówczas był używany do obserwacji planet. W latach późniejszych używano go już do obserwacji Słońca (1951 r.).

ciłem do Lwowa na kilka dni, by wkrótce zacząć urlop z rodziną. Ale ogłoszono mobilizację i zamiast na urlop 30 sierpnia zgłosiłem się do mego pułku, 6 Pułku Artylerii Ciężkiej we Lwowie. Tak rozpoczął się okres krótkiej wojny i długiej niewoli, który zakończył się w grudniu 1945 r., gdy wróciłem do kraju i we Wrocławiu spotkałem się z rodziną, która przyjechała z Buczacza i ze Lwowa.

BCS, AP: Czy w czasie 6 lat pobytu w obozach jenieckich miał Pan możliwość zajmowania się astronomią?

AO: W okresie niewoli nie byłem tak zupełnie oderwany od astronomii. Korzystając z warunków istniejących w oflagach, wygłaszałem odczyty popularne, przeprowadziłem kurs astronomii dla nauczycieli geografii i materiały z tego kursu opracowałem jako podręcznik. Tak więc po wojnie przyjechałem do Wrocławia z manuskryptem podręcznika „Astronomiczne podstawy geografii” oraz projektem „Atlasu astronomicznego”. Obie pozycje zostały wkrótce wydrukowane. W ostatnim okresie pobytu w Niemczech, gdy czeKAŁEM na zorganizowanie pierwszego transportu do kraju, spędziłem kilka tygodni w obserwatorium w Bergedorfie pod Hamburgiem, gdzie mogłem korzystać z biblioteki.

BCS, AP: Jakie było przygotowanie i przeprowadzenie przewodu habilitacyjnego?

AO: Ważnym wydarzeniem w moim życiu astronomicznym było uzyskanie stypendium z funduszy UNESCO, przyznane mi przez 38. Komisję Międzynarodowej Unii Astronomicznej. Stypendium to umożliwiło mi roczny pobyt w Obserwatorium Sztokholmskim w Saltsjöbaden w latach 1949-1950. Był to okres, w którym realizowałem moje przedmaturalne marzenia. Mieszkałem w pokoju gościnnym w budynku Obserwatorium, miałem dostęp do bogatej biblioteki i do instrumentów, kontaktowałem się tylko z astronomami szwedzkimi. W tych wa-

runkach udało mi się ukończyć 4 prace, które zostały opublikowane w „Arkiv för Astronomi” oraz zebrać materiał do piątej pracy.

Oto krótkie omówienie tych prac.

O nieciągłościach w rozkładzie mas i zawartości wodoru na wykresie Hertz-sprunga-Russela

W tym czasie uznawano ogólnie słuszność związku masa-jasność, wyłączając z niego białe karły i gwiazdy Trumplera. Jasność w tym związku podawana była w mocach promieniowania lub absolutnych wielkościach bolometrycznych. Okazała się jednak praca, w której autor dochodził do wniosku, że uzyskuje się lepszą zgodność z danymi obserwacyjnymi, jeżeli do tego związku dodamy typ widmowy jako trzeci parametr. Należy więc rozwa-



Profesor Antoni Opolski i Profesor Wilhelmina Iwanowska w czasie zwiedzania Obserwatorium Astronomicznego w Moskwie w lipcu 1954 r.

żać związek masa-jasność-typ widmowy. Ale parametry jasność i typ widmowy są współzewnętrznymi na wykresie H-R. Zgodnie z powyższym związkiem należało oczekiwać linii stałych mas na wykresie H-R i właśnie wyznaczaniem tych linii zająłem się w omawianej pracy. Zgodnie ze związkiem masa-jasność linie stałych mas powinny być równocześnie liniami stałych jasności i na wykresie H-R przecinać ciąg główny. Z mego opracowania wynikało, że linie stałych mas w dolnej części wykresu przebiegają w przybliżeniu zgodnie z tym związkiem, natomiast w górnej części wykresu linie stałych mas układają się wzdłuż ciągu głównego, ale tylko między pewnymi granicami, na których następuje skokowy wzrost masy. Te zmiany mas łączyłem z odpowiednimi zmianami zawartości wodoru. Uważałem wówczas, że najciekawsze są właśnie te nieciągłości w rozkładach mas i dlatego wymieniłem je w tytule.

Dzisiaj, pół wieku od napisania tej pracy wiem, że nikogo do tych skoków mas nie przekonałem. I słusznie. Było to zbyt śmiałe wnioskowanie, nie oparte na dostatecznej liczbie dokładnych danych obserwacyjnych. Sam problem linii stałych mas na wykresie H-R jest nadal aktualny, ale w innym aspekcie.



Profesor Antoni Opolski z żoną i dr Tadeusz Jarzębowski na Wystawie Wszechzwiązkowej w czasie Zjazdu Międzynarodowej Unii Astronomicznej w Moskwie w 1958 r.

Obecnie przyjmuje się ogólnie, że ewolucja gwiazd przebiega przy stałej mase, co w czasie pisania tej pracy było jeszcze sprawą dyskusyjną. Teraz więc ścieżki ewolucyjne gwiazd są na wykresie H-R liniami stałych mas. Przebiegają one rozmaicie. Na pewnych etapach ewolucyjnych gwiazdy, zachowując stałą masę, zwiększały znacznie swoją jasność. Zrywają więc związek masa-jasność, który obowiązuje chyba jeszcze tylko dla gwiazd wieku zerowego.

Fotograficzne wielkości 71 gwiazd centralnego obszaru Praesepe

Otrzymałem do opracowania 6 klisz ze zdjęciami centralnego obszaru gromady otwartej Praesepe oraz okolic bieguna ze standardowymi gwiazdami Północnego Ciagu Biegunowego, NPS. Za pomocą tych gwiazd wyznaczyłem jasności gwiazd gromady do 13 mag.

Orientacja płaszczyzn orbit gwiazd wizualnie podwójnych

W pracy tej korzystałem z paralaks dynamicznych wyznaczonych przez Russella i Moore'a dla układów wizualnie podwójnych, w których zaobserwowano tak mały łuk orbity, że nie można jeszcze wyznaczyć jej elementów. Znane są tylko: wielkości obserwowane, typy widmowe, odległości między składnikami, kąty pozycyjne linii łączących te składniki oraz prędkości zmian obu ostatnich parametrów.



Antonii Opolski (po prawej) ze Stanisławem Szeligowskim i Stefanią Kosibową (1960 r.)

Autorzy podali statystyczną metodę, jak z tych danych wyznaczyć paralaksę dynamiczną i opublikowali katalog 2529 tych wielkości. Paralaksy te nie mają znaczenia dla poszczególnych układów, ale średnie z nich utworzone dla odpowiednich grup gwiazd dają wyniki porównywalne z paralaksami trygonometrycznymi.

W mojej pracy podałem kryteria pozwalające z tego dużego materiału wydzielić układy, w których prostopadła do płaszczyzny układu jest zwrócona do nas (kąt nachylenia i jest bliski 0°) i w których obserwowane odległości nie podlegają skrótom perspektywicznym, oraz układy, których

płaszczyzny ustawione są „bokiem” do nas (kąt nachylenia i jest bliski 90°) i w których obserwowane odległości składników mogą być skrócone przez nachylenie do obserwatora. Podałem stosunki liczby układów obu grup i stwierdziłem istnienie obszarów sfery niebieskiej, gdzie stosunkowo więcej jest układów o małych wartościach kąta i .

Uwagi o rozkładzie prędkości i energii kinetycznej gwiazd na wykresie H-R

W pracy tej zajmowałem się korelacją między masami i prędkościami gwiazd oraz problemem ekwiptyczji energii kinetycznej z uwzględnieniem istnienia dwóch populacji.

Paralaksy spektrofotometryczne 42 układów wizualnie podwójnych

Widma gwiazd uzyskałem za pomocą 102-cm reflektora ze spektrografenem, który obracałem tak, by szczelina była prostopadła do linii łączącej składniki układu. Pozwalało to na uzyskanie widma poszczególnych składników, gdy odległość między nimi była większa od $2''$. Registrogramy widim przywiezłem do Wrocławia, tutaj dopiero opracowałem je i przygotowałem pracę do druku. Opracowanie to pozwoliło na wyznaczenie typów widmowych, wielkości absolutnych i paralaks spektrofotometrycznych badanych układów.

Po powrocie do Wrocławia ze Szwecji (co budziło u niektórych zdziwienie, bowiem w tym czasie Polacy uciekali z kraju do Szwecji) rozpoczęłem przewód habilitacyjny. Jako rozprawę habilitacyjną przedstawiłem opisaną pracę o nieciągłościach rozkładu mas. Dyskusja habilitacyjna odbyła się w grudniu 1951 r. na posiedzeniu Rady Wydziału Matematyczno-Fizycznego. Rada ta wysłuchała również mego układu: „Promieniowanie ciągłe gwiazd”. Po pozytywnej ocenie całego przewodu habilitacyjnego Rada Wydziału nadała mi prawo „nauczania z zakresu astronomii na Uniwersytecie Wrocławskim”. Uchwała ta została w 1952 r. zatwierdzona przez Ministra Szkolnictwa



Profesor Opolski w towarzystwie dwóch swoich magistrantek z Wietnamu (1974 r.)

Wyższego za zgodą Rady Głównej do Spraw Nauki i Szkolnictwa Wyższego. Dzięki temu zostałem habilitowany jako docent astronomii, ale pozostałem nadal na etacie adiunkta, aż do 1954 r., gdy zostałem zastępcą profesora.

BCS, AP: Jak Pan „widział” międzywojenną polską astronomię?

AO: W okresie międzywojennym powstawała w Polsce astrofizyka, chociaż dominowała jeszcze astronomia klasyczna. W tym czasie największym autorytetem cieszył się prof. Tadeusz Banachiewicz, dyrektor Obserwatorium Krakowskiego. Zajmował się różnymi działami astronomii klasycznej i geodezji wyższej, uzyskując w tych dziedzinach poważne osiągnięcia. Był twórcą krakowianów. Nawet zainicjowane przez niego obserwacje momentów minimum gwiazd zaćmieniowych nie były związane z badaniami własności fizycznych tych układów. Momenaty te odgrywały rolę pozaziemskich sygnałów czasu służących do kontroli skali czasu wyznaczanego przez ruchy Ziemi. Astrofizyczne zainteresowania asystenta, dra Piotrowskiego, nie zyskały aprobaty prof. Banachiewicza, co spowodowało, że późniejszy prof. Piotrowski przeniósł się do Warszawy i wspólnie z prof. Zonnem stworzyli tam po II wojnie światowej ośrodek już czysto astrofizyczny. Przed II wojną światową wyraźny kierunek astrofizyczny miały badania prowadzone przez prof. Dziewulskiego i prof. Iwanowską w Wilnie. Badania takie rozpoczęła prof. Rybka we Lwowie. W obu przypadkach pobity w ośrodkach zagranicznych i zapoznanie się tam z zagadnieniami astrofizycznymi stały się impusem do przeniesienia tej tematyki do Polski.

BCS, AP: Jak ocenia Pan początkowe lata astronomii we Wrocławiu i pierwsze powojenne lata astronomii polskiej?

AO: Po II wojnie światowej astronomia polska znalazła się w bardzo trudnej sytuacji, straciła bowiem ośrodki lwowski i wileński. Budynek Obserwatorium w Warszawie został zniszczony. Ocalały tylko placówki w Krakowie i Poznaniu. W trudnych powojennych czasach nie można było liczyć na uzyskanie znaczących funduszy na cele astronomiczne. A potrzeby były pal-

ce. Należało odbudować obserwatorium warszawskie i tworzyć zupełnie nowe obserwatorium pod Toruniem, gdzie znaleźli się astronomowie z Wilna. Do Wrocławia przeniesiono pracowników naukowych Uniwersytetu Jana Kazimierza ze Lwowa. W tej grupie byli również astronomowie lwowscy, którzy zastali budynki dawnej niemieckiej Sternwarte w dobrym stanie, ale instrumentarium zdewastowane.

Równocześnie ciągle była pielęgnowana piękna idea stworzenia w Polsce, kraju Kopernika, dużego Centralnego Obserwatorium Astronomicznego, COA. Chyba pierwsze próby realizacji tej idei podjął prof. Banachiewicz ok. 1920 r., usiłując stworzyć Narodowy Instytut Astronomiczny. Idea ta odżyła, gdy projekt Centralnego Obserwatorium Astronomicznego znalazł się, nie wiem z czyjej inicjatywy, w planach Polskiej Akademii Nauk, PAN. Rozpoczęto stopniową realizację tej poważnej inwestycji. Utworzono Grupę Roboczą dla COA, która przekształciła się w Zakład Astronomii PAN z trzema pracowniami przy ośrodkach w Warszawie, Toruniu i w Borowcu pod Poznaniem. Pracownie te stały się wzmacnieniem etatowym i finan-

sowym ośrodków uniwersyteckich, przy których zostały utworzone. A w sprawie samego COA prowadzono działania, które można nazwać pozornymi. Wielu astronomów obawiało się realizacji tego projektu, który mógłby stać się potężnym konkurentem dla słabych, niedoinwestowanych ośrodków uniwersyteckich. Przypuszczało, że COA skupiłoby zdolniejszych astronomów, zapewniając im lepsze warunki pracy bez obciążen dydaktycznych i łatwiejsze wyjazdy zagraniczne. Dlatego na posiedzeniach Rady Naukowej Zakładu Astronomii PAN prowadzono jałowe dyskusje na temat warunków klimatycznych w Polsce, ale nie doszło do ustalenia lokalizacji przyszłego obserwatorium. Nie poruszano problemu jego obsady personalnej, w szczególności nie wytypowano kandydata na dyrektora, który zacząłby opracowywać plany działania przyszłej placówki. Gdy Zeiss rozpoczął budowę serii dwumetrowych teleskopów i uzyskał zamówienia z NRD i Bułgarii, PAN też złożyła zamówienie na taki teleskop, ale potem je wycofała. Jedyną konkretną sprawą, która została zrealizowana pod hasłem COA, był zakup za fundusze Ministerstwa i PAN telesko-



Profesorowie Antoni Opolski i Jan Mergenthaler z panią Zofią Augustyn — bibliotekarką (1974 r.)

pu Schmidta-Cassegraina 90/60 cm, który „czasowo” ulokowano w Piwnicach. Wierzono, że energia i stanowczość prof. Iwanowskiej zapewni szybkie uruchomienie i właściwą opiekę nad tym przyrządem, z którego mieli korzystać wszyscy polscy astronomowie. W praktyce tylko astronomowie warszawscy przez pewien czas dojeżdżali do tego teleskopu, który stał się teleskopem toruńskim.

W 1973 r. podczas obchodów z okazji 500-lecia urodzin Mikołaja Kopernika nie wspominano już o COA. Duży wysiłek poświęcono na zorganizowanie Nadzwyczajnego Kongresu Międzynarodowej Unii Astronomicznej (MUA), który odbywał się Warszawie, Toruniu i Krakowie. Kongres ten nazywał się nadzwyczajny, ponieważ w tym samym roku, zgodnie z poprzednio zatwierdzonymi planami, Zwyczajny Kongres MUA odbył się w Sydney. W wyniku starań prof. Iwanowskiej i prof. Piotrowskiego władze MUA wyraziły zgodę na zorganizowanie drugiego, nadzwyczajnego kongresu w Polsce. To ważne osiągnięcie jest dowodem międzynarodowego uznania polskości Mikołaja Kopernika, mimo podejmowanych w NRF i w Berlinie Zachodnim prób przedstawienia naszego astronoma jako Niemca. Natomiast, jako inwestycja realizowana z tej okazji, powstał budynek dla Centrum Astronomicznego PAN w Warszawie przy ul. Bartyckiej. Tam też ulokowano nowoczesny komputer.

Obecnie piękna idea COA jest już niepotrzebna. W Toruniu pracuje duży radioteleskop. Astronomowie warszawscy zbierają obserwacje w doskonałych warunkach pogodowych w Chile i dysponują tam dobrymi instrumentami z oryginalnym oprogramowaniem (teleskop 1,3 m), co jest dużo lepsze niż 2 m teleskop w Polsce. Inne ośrodki też wzbogaciły się tak, że — jak na nasze możliwości — osiągnęliśmy warunki do prowadzenia badań astronomicznych.

Jeszcze kilka słów o ośrodku wrocławskim. My też mieliśmy piękną ideę budowy obserwatorium górskiego w Sudetach, na szczytce Wielkiej Sowy, 1015 m n.p.m. Projekt miał pojęcie wszystkich władz lokalnych. Odbyły się wizje lokalne, architekci-projektanci zwiedzili obserwatoria za-



Rok 1985. Profesorowie Antoni Opolski (po lewej) i Eugeniusz Rybka

graniczne, studenci badali warunki atmosferyczne, zamówiono instrumenty. Potem cały plan upadł, ale zamówione instrumenty przyszły i zostały ulokowane w Białkowie. 60-cm teleskop „przypadkiem” zmieścił się w istniejącej kopule, z której usunięto poniemiecki refraktor, a dla Dużego Koronografu zbudowano nowy pawilon. Gdyby nie było projektu obserwatorium na Wielkiej Sowie, to nie dorobiliśmy się wtedy tych instrumentów.

BCS, AP: *Czym było dla Pana Polskie Towarzystwo Astronomiczne?*

AO: Polskie Towarzystwo Astronomiczne, PTA, założone w 1923 r. pełni ważną rolę integrującą polską społeczność astronomiczną. Różne formy kontaktów stwarzane przez PTA na zjazdach krajowych i wycieczkach zagranicznych pomagają w lepszym poznaniu się młodych astronomów z różnych ośrodków i zapobiegają powstawaniu ciasnych, lokalnych „patriotyzmów”, co chyba było cechą astronomii po I wojnie światowej.

Z czasów mojej prezesury, lata 1959-1963, za szczególnie osiągnięcie uważam zorganizowanie zwiedzania niemieckich obserwatoriów w ówczesnej NRD. Obecnie takie wyjazdy nie są problemem, ale w tamtych latach były znaczne trudności z wyjazdami zagranicznymi. A już nasza trasa wycieczki odbiegająca od zwykłych szlaków turystycznych budziła zastrzeżenia władz, tak polskich, jak

i niemieckich, odnoszących się bardzo nieufnie do takich imprez.

BCS, AP: *Jakie miał Pan problemy przy pełnieniu różnych funkcji?*

AO: W czasie mojej pracy pełniłem różne funkcje. Na Uniwersytecie Wrocławskim byłem dyrektorem Instytutu Astronomicznego, prodziekanem, dziekanem i prorektorem, a w Wyższej Szkoле Pedagogicznej w Opolu — rektorem. Wszystkie te funkcje traktowałem jako obowiązki koleżeńskie. Aby wymienione instytucje mogły pracować i rozwijać się, ktoś musi pełnić dyżur w gabinecie rektora, dziekana czy dyrektora i urzędować, czyli załatwiać bieżące sprawy administracyjno-organizacyjne i realizować wieloletnie plany rozwoju, uwalniając od tych kłopotów kolegów, aby mogli poświęcić więcej czasu na podstawowe prace naukowo-dydaktyczne. Starałem się jednak, by te moje dyżury trwały możliwie krótko i by nie stać się „zawodowym” funkcjnym. Tylko prezesem PTA byłem przez dwie kadencje.

BCS, AP: *Dziękujemy bardzo, Panie Profesorze, za poświęcony nam czas i ciekawą rozmowę.*

Zdjęcia pochodzą z archiwów Instytutu Astronomicznego we Wrocławiu i doc. T. Jarzębowskiego

Ziemia — planeta Kopernika

W starożytności znano 5 jasnych planet — Merkurego, Wenus, Marsa, Jowisza i Saturna.

Niewątpliwie pierwsza spośród nich została „odkryta” Wenus, planeta nadzwyczajnej jasności, kiedy pojawiała się nagle na porannym albo wieczornym niebie, przyciągając uwagę człowieka od niepamiętnych czasów.

Drugą planetą, którą na pewno „odkryła” ludzkość, był Jowisz — co do jasności następną po Wenus. Dalej, według hierarchii jasności planet, zostały odkryte: Mars, Merkury i Saturn. Szóstą planetę odkrył w XVI wieku Kopernik. To była Ziemia, która — dzięki wprowadzeniu systemu heliocentrycznego Kopernika — zajęła swoje należne miejsce wśród innych planet Układu Słonecznego, obiegając centralnie położoną naszą Gwiazdę Dzienną.

Dlatego, dzięki wybitnemu Astronomowi, można pełnoprawnie nazywać Ziemię również planetą Kopernika. Zatem Ziemia to jedna z rodziny dużych planet — od Merkurego do Plutona.

I chociaż obecnie specjalści mechaniki nieba domagają się, żeby klasyfikować Plutona jako największy obiekt odkrytego w 1992 r. Pierścienia Kuipera — pasa komet i planetoid, który znajduje się za orbitą Neptuna, to jednak nie wszyscy astronomowie się z tym zgadzają. Orbity dużych planet są zblizone do kołowych, leżą niemal w tej samej płaszczyźnie, planety obiegają Słońce w tym samym kierunku (przeciwne do ruchu wskazówek zegara, jeśli patrzeć z północnego biegunu ekiptyki). Ten kierunek ruchu nazywa się prostym, zaś przeciwny — wstecznym. Niemal kołowa orbita Neptuna wskazuje na to, że górną granicą wieku układu planetarnego wynosi nie więcej niż bilion (10^{12}) lat. Dolną granicę wieku daje określenie gwiazdowych źródeł energii. Wiek najstarszych obiektów w Galaktyce — gromad kulistych — wynosi ponad 13 mld lat. Wynika stąd, że Słońce ma nie więcej niż 6 mld lat. Ziemia oraz inne planety nie mogą być starsze od Słońca. Obecnie uważa się, że wiek Ziemi nie przekracza 4,6 mld lat.

Narodziny Ziemi

Zgodnie z jedną najbardziej powszechną obecnie hipotezą, Protoziemia powstała z obłoku protoplanetarnego o bardzo niskiej temperaturze rozległej masy gazu, kiedy Słońce nie było jeszcze ciałem świecącym. Jej pierwotna masa wynosiła w przybliżeniu $500 M_{\oplus}$, początkowe rozmiary — około 0,15 j.a. = $1800 D_{\oplus}$. Pierwotna kondensacja tworzyła się w kształcie cząstek, niewielkich jak pył międzygwiazdowy, lecz ich rozmiary wzrastały znacznie szybciej z powodu o wiele większej koncentracji materii niż w ośrodku międzygwiazdowym. Być może, iż podczas tej kondensacji powstało również wtórne jądro, z którego mógł się utworzyć Księżyc. Słońce nadal kurczyło się i stawało coraz jaśniejsze. Ten proces przebiegał w ciągu niemal 80 mln lat. Promieniowanie słoneczne zaczęło „wymiać” drobne cząstki pyłowe z obłoku protoplanetarnego (analogicznie do tego, jak tworzą się warkocze kometarne). Planety, które już powstały, trafiły pod potężny strumień fotonów i wiatru słonecznego, co sprzyjało ucieczce gazów z młodych planet. Nawet obecnie wódór H_2 i hel He intensywnie uciekają w przypadku atmosfery ziemskiej, podczas gdy w trakcie powstawania Protoziemi wodór i hel stanowiły do 99% jej masy. Proces ucieczki gazów trwał setki milionów lat. Następnie rozpoczęły się procesy przetapiania wnętrza Protoziemi, które trwały prawie miliard lat. W wyniku pierwotnej dyferencjacji geochemicznej utworzyło się jądro, płaszcza i fragmenty kory kontynentalnej. Następnie płaszcza zaczął się zestalać, ciepło wewnętrzne już nie mogło być przekazywane w płaszczu przez konwekcję i temperatura głębokich warstw nie mogła się znacznie obniżyć z powodu niskiej przewodności cieplnej płaszcza. Od momentu przejścia w stan stały płaszcza (ok. 4,6 mld lat temu) rozpoczęła się historia geologiczna Ziemi. Do tego momentu istniał okres pregeologiczny, który trwał niemal 1 mld lat. Pod wpływem radioaktywności proces przetapiania Ziemi odbył się jednorazowo. Rzecz w tym, iż rozmiary radioaktywnych atomów są względnie duże i nie mogą wejść w skład budowy krystalicznej krzemianów stanowiących strukturę wnętrza Ziemi. Podczas przechodzenia w stan stały atomy radioaktywne wciąż były wypierane, aż wresz-



cie przyłączyły się do fragmentów kory. Te resztki powinny unosić się na powierzchni roztopionej masy płaszcza. Dlatego też większość pierwiastków radioaktywnych zgromadziła się w górnych warstwach Ziemi — na głębokości 30-80 km. Wydzielane przez nie ciepło łatwo docierało na powierzchnię planety dzięki przewodnictwu cieplnemu. Zatem, chociaż Ziemi w całości nie zagrażało niebezpieczeństwo roztopienia się, ukryte pod korą pierwiastki radioaktywne w dalszym ciągu sprzyjają procesom wulkanicznym i górotwórczym. Ilość neutralnych gazów we współczesnej atmosferze wskazuje na to, że z pierwotnej otoczki gazowej pozostała tylko jej niewielka część. Prawie całkowicie zniknął metan i amoniak. Bilans ucieczki gazów obojętnych może wyjaśnić obecność zaledwie 1/1000 obfitości azotu w dzisiejszej atmosferze, a pozostała jego ilość wydostała się z kory ziemskiej później.

W ten sposób Ziemia utraciła niemal całą pierwotną otoczke gazową. Odprowania tworzące nową atmosferę były prawdopodobnie zbliżone swoim składem do wyziewów współczesnej kory ziemskiej. Wobec nieobecności tlenu O_2 (i grupy OH) promieniowanie nadfioletowe, zdolne rozkładać parę wodną, przenikało do atmosfery znacznie głębiej — do warstw, gdzie pary wodnej było już bardzo dużo. Niszcząc molekuły H_2O , promieniowanie nadfioletowe uwalniało tlen O_2 , z którego powstawał ozon O_3 . Tworzący się ozon natychmiast blokował dalsze powstawanie tlenu. W ten sposób przez jakiś

moment historii geologicznej mogła istnieć stabilna atmosfera ze śladową zawartością wolnego tlenu. Obecność 0,001% O_2 w atmosferze była wystarczająca dla powstania warstwy O_2 zawierającej połowę jego obecnej zawartości, zdolnej do osłony żywych komórek od śmiercionośnego promieniowania nadfioletowego.

Osobliwości kształtu Ziemi

W celu rozwiązywania zadań astronomii należy określić kształt Ziemi za pomocą pewnej prawidłowej powierzchni matematycznej z dosyć odpowiednio prostym zewnętrzny polem grawitacyjnym, które może aproksymować realnie istniejące pole grawitacyjne Ziemi. Taka Ziemia nazywa się Ziemią normalną, a odpowiadające jej pole grawitacyjne — normalnym polem grawitacyjnym. Za powierzchnię regularnej Ziemi można uważać elipsoidę obrotową.

Materia Ziemi, podobnie jak wosk, jednocześnie w sobie cechy i bryły sztywnej, i cieczy: reaguje jak ciecz — o nadzwyczajnie dużej lepkości — na wpływ innych ciał, trwające tysiące i miliony lat oraz jak sprężyste ciało sztywne podatne na wpływy trwające nie dłużej niż kilka lat.

Główne siły, które działają na Ziemię, to siły wszechobecnej grawitacji, siła odśrodkowa, przyciąganie Księżyca oraz Słońca, spadki planetoid i komet. Te ostatnie mogą istotnie wpływać na rzeźbę terenu.

Rozpatrując pierwsze dwie siły I. Newton doszedł do wniosku, że pla-

neta powinna przyjąć kształt elipsoidy obrotowej o niewielkim spłaszczeniu na biegunach. Wielkość spłaszczenia jest proporcjonalna do stosunku siły odśrodkowej do siły ciężkości na równiku. Oznacza to, że kształt planety może się zmieniać w zależności od zmian jej rozmiarów, rozkładu gęstości i prędkości ruchu obrotowego.

W połowie XIX w. z powodu różnic wyników w określaniu długości różnych południków powstały wątpliwości co do poprawności traktowania spłaszczonej figury Ziemi jako elipsoidy obrotowej. Zostało wysunięte przypuszczenie, że równik ziemski jest elipsą, albo — inaczej mówiąc — że elipsoida ziemska jest trójosiodła. W wyniku tego biegun planety opisuje wokół swojego średniego położenia elipsozę nutacji, której oś wielka jest prostopadła do osi wielkiej równika ziemskiego. Gdyby Ziemia dokładnie stanowiła elipsoidę obrotową, ta krzywa byłaby okręgiem. U podstaw wyznaczenia elementów elipsoidy trójosiodłowej leżą pomiary kątowe wykonane przede wszystkim na terytorium Azji, Europy i Ameryki Północnej. Geodeci pracowali w zasadzie na półkuli północnej, stąd wszystkie elipsoidy charakteryzują ogólną figurę Ziemi jako całości, lecz tylko jej półkulę północną.

Półkule Ziemi — północna i południowa — są niesymetryczne. Na półkuli północnej przeważają masy kontynentalne, na południowej — oceaniczne, na południowym obszarze podbiegunowym znajduje się kontynent, na północnym — ocean itd. Półkule: północna i południowa są antysymetryczne — jedna jest przeciwzwierciadlanym odbiciem drugiej. Historia geologiczna oraz budowa kory ziemskiej obu półkul też się różni. Taka struktura powoduje zwiększenie spłaszczenia półkuli południowej, a zmniejszenie — północnej, co oznacza, że elipsoida ziemska przyjmuje kształt kardioidy, z osiową wklęszością na biegunie południowym i wypukłością na północnym.

Zatem w pierwszym przybliżeniu figura Ziemi to spłaszczona sfera, w drugim — trójosiodła elipsoida, w trzecim — kardioida, w czwartym — geoidea. Jak wiadomo, powierzchnię, w której we wszystkich punktach wielkości potencjału siły ciężkości są jednakowe, nazywa się powierzchnią ekwipotencjalną siły ciężkości. Takich powierzchni ota-

czających Ziemię istnieje nieskończenie wiele. Jedna z powierzchni ekwipotencjalnych, która pokrywa się z powierzchnią oceanów w stanie spokoju, jest nazywana geoidą. Powierzchnia geoidy wznosi się nad powierzchnią elipsoidy trójosiodłowej nie więcej niż 100 m.

Kora ziemska i jądro

Korą ziemską nazywa się zewnętrzną warstwę Ziemi, która rozciąga się między powierzchnią naszej planety a granicą, na jakiej następuje gwałtowny skok drgań sejsmicznych. Tę granicę nazwano imieniem Mohorovičića (albo powierzchnią Moho), na cześć jugosłowiańskiego geofizyka Mohorovičića, który odkrył ją w 1909 r. Szybkość podłużnych drgań sejsmicznych na tej granicy zmienia się skokowo od $6,5 \div 7,6$ km/s do $8,0 \div 8,3$ km/s, natomiast poprzecznych — od $3,6 \div 4,2$ km/s do 4,7 km/s. Według składu utworów skalnych (górskich) korę ziemską można podzielić na oceaniczną i kontynentalną. Kora oceaniczna składa się przeważnie ze skał osadowych i bazaltowych mających maksymalną grubość ok. 10 km. W skład kory kontynentalnej wchodzą trzy typy skał: osadowe, granitowe i bazaltowe. Kora kontynentalna może osiągnąć maksymalnie 70 km grubości. Niekiedy granicę między granitowymi a bazaltowymi warstwami kory ziemskiej nazywa się granicą Konrada — na cześć uczonego, który określił ją w 1925 r., obserwując trzęsienie ziemi w Alpach.

Kora oceaniczna dochodzi najbliżej do powierzchni Ziemi w strefach osiowych grzbietów śródwodnych, które ciągną się na dnie oceanu na ogromne niekiedy odległości. W tych strefach, czyli dolinach ryftowych, zachodzi wydobywanie się law bazaltowych, odkładania ich na zbożach dolin i rozsuwanie się wzdłuż nich dna oceanicznego. Na przykład na dnie Morza Czerwonego znajduje się dolina ryftowa, która rozszerza się z prędkością 1,5 cm/rok. To oznacza, że za 20 mln lat szerokość Morza Czerwonego zwiększy się o 300 km.

Kora ziemska, oceaniczna i kontynentalna składa się głównie z tlenków krzemiu (~55% zawartości wagowej), glinu (~15%), potasu (~8%), żelaza (~6%), magnezu (~5%); 11% całkowitej masy kory przypada na tlenki innych pierwiastków. Oznacza to, że materia-

kory ziemskiej składa się głównie z zaledwie ośmiu pierwiastków (O, Si, Al, Fe, Ca, Mg, K). Ponad 50% całkowitej masy kory przypada na tlen.

Dzięki badaniom sejsmologicznym ustalone, że Ziemia ma ciekłe jądro, wewnętrzny którego znajduje się jeszcze jedno, bardziej gęste i składające się głównie z metali. Zewnętrzna (ciekła) warstwa jądra znajduje się na głębokości od 2900 do 5000 km. Jego objętość wynosi ok. 15,2% objętości Ziemi, a masa — ok. 30% masy naszej planety. Warstwa ta przepuszcza tylko podłużne fale sejsmiczne i dlatego zakłada się, że jest ona w stanie ciekłym. Warstwa przejściowa zlega na głębokości od 5000 do ok. 5140 km, jej masa osiąga $7 \cdot 10^{19}$ ton, gęstość materii wahającą się od 12,5 do 13 g/cm³, ciśnienie wynosi $3,2 \cdot 10^6$ atm., prędkość fal podłużnych — od 10 do 11 km/s.

Jądro wewnętrzne zlega na głębokościach od 5140 do 6378 km: jego masa osiąga $12 \cdot 10^{19}$ ton (~1% masy całej Ziemi), objętość wynosi 0,7% objętości Ziemi, gęstość materii wahającą się od 13 do 13,5 g/cm³, ciśnienie dochodzi do $3,6 \cdot 10^6$ atm, prędkość fal podłużnych — od 11,1 do 11,4 km/s. Pośrednim świadectwem istnienia stanu stałego (zbliżonego do półplynnego) jądra wewnętrznego jest fakt przechodzenia przez nie fal poprzecznych z prędkością 3,6 km/s.

W centralnej części jądra Ziemi temperatura dochodzi do 6000 K, ciśnienie — do $3,65 \cdot 10^6$ atm.

Stała kora ziemska, umownie oznacona literą A, ma przeciętną grubość (głębokość) 33 km i stanowi 0,8% całkowitej masy Ziemi. Płaszcz umownie dzieli się na górną (warstwa B) zleganą na głębokości od 33 do 400 km, przejściową (warstwa C) — od 400 do 1000 km — i dolną (warstwa D) — od 1000 do 2900 km. Jądro dzieli się na zewnętrzne (warstwa E) — od 2900 do 5000 km, granica między zewnętrzny a wewnętrznym jądem (warstwa F) — od 5000 do 5100 km — i wewnętrzną jądro (warstwa G) — od 5100 do 6378 km. Wszystkie warstwy charakteryzują się zwiększeniem gęstości materii i temperatury wraz z głębokością.

Atmosfera Ziemi

Atmosfera to otoczka gazowa Ziemi, która rozciąga się na wysokość ponad 2000 km i dzieli się na troposferę,

stratosferę, jonasferę (mezosferę z termosferą) i egzosferę.

Troposfera jest to dolna warstwa atmosfery przylegająca do powierzchni Ziemi. Wznosi się na wysokość $16 \div 17$ km nad równikiem, $10 \div 11$ km nad szerokościami średnimi i $7 \div 8$ km nad biegunami. Masa troposfery wynosi w przybliżeniu $3/4$ masy całej atmosfery i zawiera niemal wszystką parę wodną. Profil temperatury w troposferze jest określony przez temperaturę powierzchni Ziemi i w tej warstwie tej zachodzą główne procesy decydujące o zmianach klimatu. W górnich warstwach troposfery temperatura spada do -60°C .

Stratosfera jest to warstwa znajdująca się nad troposferą i roztacząca się do wysokości niemal $80 \div 85$ km. Ze wzrostem wysokości temperatura najpierw spada do ok. -80°C , potem, na wysokości $55 \div 60$ km, wzrasta do $+50 \div +75^{\circ}\text{C}$, po czym znowu spada do $-50 \div -75^{\circ}\text{C}$. W stratosferze znajduje się warstwa ozonowa, która pochłania nadfioletowe i długofałowe promieniowanie słoneczne. Pojawienie się warstwy ozonowej umożliwiło powstanie wysoko rozwiniętych organizmów żywych.

Jonasfera (mezosfera z termosferą) to warstwa rozciągająca się od górnej stratosfery do wysokości prawie 800 km i charakteryzująca się podwyższoną zawartością jonów oraz swobodnych elektronów, co umożliwia zwiększenie zasięgu fal radiowych i łączności. Na wysokościach od $80 \div 85$ km do 400 km zachodzi powstawanie jonów pod wpływem wiatru słonecznego, a także promieniowania ultrafioletowego i rentgenowskiego Słońca. Wiatr słoneczny to strumień elektronów i protonów osiągający pole magnetyczne Ziemi w wysokich szerokościach geograficznych, przenikający do górnych warstw atmosfery i rozbijający molekuły. W wyniku tego gazy atmosferyczne zaczynają świecić, pojawiają się zorze polarne, podobnie jak świecą się gazy w reklamach neonowych pod wpływem przepuszczania przez nie prądu elektrycznego. Na wysokości 120 km temperatura w jonasferze (właściwej termosferze) osiąga $+150^{\circ}\text{C}$.

Egzosfera to warstwa atmosfery, która rozpoczyna się na górnjej granicy termosfery (termopauzy) i rozciąga się do wysokości ponad 2000 km. W tej

warstwie temperatura dochodzi do $2000 \div 3000^{\circ}\text{C}$, ale gaz jest już na tyle rozrzedzony, że tak wysoka temperatura nie zaszkodzi ani statkom kosmicznym orbitującym tak wysoko, ani kosmonautom, którzy czują się bezpiecznie, a nawet komfortowo zarówno wewnętrz stacji kosmicznych, jak i w otwartym kosmosie.

Atmosfera składa się głównie z azotu (78%), tlenu (21%), argonu (0,9%), dwutlenku węgla (0,035%) i pary wodnej (0 \div 4%).

Pole magnetyczne Ziemi

Jeszcze w 1600 r. uczeni doszli do wniosku, że Ziemia jest ogromnym magnesem, który wytwarza pole magnetyczne wokół planety. Pole geomagnetyczne zmienia w czasie swoją polarność, kiedy północny i południowy biegun zamieniają się miejscami. W ciągu minionych 4,5 mln lat, jak sądzą niektórzy uczeni, zdarzyło się 20 takich inwersji, czyli średnio zmiana polarności pola magnetycznego Ziemi zachodzi co 225 tys. lat. Czas trwania okresu inwersji wynosi prawie 5000 lat, tj. 2% całego okresu zmian. Kiedy zachodzi inwersja biegunów, pole magnetyczne przestaje być ekranem ochronnym przed twardym promieniowaniem kosmicznym, którego strumień bez przeszkode dociera do powierzchni Ziemi i wpływa ujemnie na żywe organizmy.

Pole magnetyczne Ziemi jest dipolowe. Jego linie sił wybiegają z biegunów i zamkują się w przestrzeni kosmicznej. Pod działaniem wiatru słonecznego pole geomagnetyczne deformuje się — zostaje ściśnięte na „dziennej” stronie i rozciąga się na „nocnej”, tworząc magnetosferę, która widziana z boku przypomina warkocz komety. Warkocz magnetosfery rozciąga się na setki tysięcy kilometrów, aż poza orbitę Księżyca.

Jak powstało pole magnetyczne Ziemi?

Według jednej z hipotez powstanie pola magnetycznego jest związane z ruchem obrotowym Ziemi wokół jej osi. Otoczka o dużej lepkości (warstwa E) obraca się wolniej niż stała strefa (D). Jeszcze inną prędkością ruchu obrotowego ma jądro wewnętrzne (F). Uważa się, że prędkość ruchu obrotowego odbiega od rotacji płaszcza o jeden obrót w ciągu mniej więcej 2000 lat. Przyczyną tego opóźnienia jest właśnie pole magnetyczne Ziemi oraz zachodnie odchylenie anomalii magnetycznej (deklinacja zachodnia) o $0,2^{\circ}$ na rok. Według innej hipotezy pojawienie się pola magnetycznego naszej planety jest związane ze skokiem temperatury na granicy warstw E i A, w wyniku czego zachodzi w tym obszarze pionowy ruch materii. Ciecz, która wznosi się w warstwie E, odchyla się na zachód, zaś materia, która opada — na wschód. Na skutek ruchu obrotowego Ziemi na półkuli północnej zauważa się jedna strona, na południowej — w drugą. Sprawia to wrażenie, iż w środku Ziemi pracuje swojego rodzaju turbogenerator albo dynamomaszyna, która właśnie generuje pole magnetyczne Ziemi. W wyniku tego, że wewnętrzne jądro metaliczne o średnicy 2500 km „pływą” pośrodku ciekłego jądra, co warunkuje przesunięcie centrum dipola magnetycznego, bieguny magnetyczne „błądzą” po powierzchni Ziemi na odległość dziesiątek i setek kilometrów.

Wiatr słoneczny w pobliżu orbity Ziemi ma prędkość 400 km/s i gęstość równą $1 \div 10$ cząstek/cm³. Przez nieciągłości w magnetosferze, znajdującej się na wysokich szerokościach geograficznych, przenika on do górnych warstw atmosfery Ziemi, powodując ich świecenie (zorze polarne). W trakcie pojawiania się protuberancji na Słońcu prędkość wiatru słonecznego wzrasta do 1000 km/s, a jego gęstość — do 100 cząstek/cm³. Wywołują one zaburzenia pola magnetycznego — burze magnetyczne. Cząstki naładowane wiatru słonecznego (protony i elektrony) przechwytują pole magnetyczne Ziemi i tworzą one pasy radiacyjne: zewnętrzny oraz wewnętrzny. W płaszczyźnie równikowej wewnętrzny pas radiacyjny znajduje się na wysokości od 600 do 6000 km, a zewnętrzny — od 20000 do 60000 km od powierzchni Ziemi. Zewnętrzny pas radiacyjny stanowią głównie elektrony, które mają energię kilkudziesięciu kiloelektronowoltów w strumieniu $2 \cdot 10^7$ elektronów/cm²s. W pasie wewnętrznym elektrony mają energię rzędu 30 keV i strumienie $\sim 10^5 \div 10^6$ elektronów/cm²s. Jednak, oprócz elektronów, w pasie tym znajdują się też protony mające energię $10 \div 100$ MeV i strumienie $2 \cdot 10^6$ protonów/cm²s. Cząstki w pasach radiacyjnych poruszają się wzdłuż linii sił i mogą trafić

do pułapek magnetycznych, wskutek czego strumienie naładowanych cząstek w pasach radiacyjnych mogą być setki milionów razy intensywniejsze od strumienia wiatru słonecznego, stwarzając niebezpieczeństwo dla kosmonautów wychodzących w otwarty kosmos. Chcąc temu zapobiec, aparaty kosmiczne umieszcza się na orbitach poniżej pasów radiacyjnych.

Los układu Ziemia-Księżyc

Układ Ziemia-Księżyc jest unikatowy w całym Systemie Słonecznym — stosunek mas tych ciał wynosi 1:81,3. Niemal 80% momentu pędu układu przypada na ruch orbitalny Księżyca (na odwrót niż w układzie Jowisza czy Saturna). Rzeczywiste położenia Księżyca obserwowane przez astronomów w ciągu ostatnich 200 lat nie zgadzają się z pozycjami obliczonymi teoretycznie. W swoim ruchu po orbicie Księżyca spóźnia się względem wyliczonego położenia w długości o $10'$ na stulecie. Wariacje prędkości kątowej Księżyca, które się obserwuje z Ziemi, mogą wynikać albo ze zmian okresu rotacji Księżyca, albo ze zmian prędkości ruchu obrotowego Ziemi, lub też z obu tych powodów. Obserwacje Słońca, Merkurego i Wenus pokazały, że wiekowe przyspieszenie w ruchu Księżyca częściowo wynika ze spowolniania rotacji Ziemi, a po części — ze zmian prędkości kątowej Księżyca. Wszystkie nieregularne fluktuacje ruchu Księżyca są uwarunkowane wariacjami prędkości rotacji Ziemi. Niemal połowa wiekowego przyspieszenia Księżyca w długości ($5''$ na stulecie) wynika z zaburzeń orbity Ziemi — ze strony planet olbrzymów Układu Słonecznego. Druga połowa to wynik wspólnego działania spowolniania rotacji Ziemi i spowolnienia ruchu Księżyca na orbicie. Spowolnienie ruchu orbitalnego Księżyca i znaczna część spowolniania rotacji Ziemi jest uwarunkowana ich oddziaływaniem pływowym. Oprócz tego ruch wirowy Ziemi spowalniają słoneczne siły pływowe. Nie związane ze zmianami sezonowymi nieregularne fluktuacje wykazują, jak się wydaje, z powodu wymiany momentu pędu pomiędzy jądrem a płaszczyzną Ziemi dzięki oddziaływanemu elektromagnetycznemu. Oddziaływanie pływowe między Ziemią a Księżykiem powodują stopniową utratę energii ruchu obiegowego i obroto-

wego układu. Z tego powodu Księżyca jest zwrocony ku Ziemi zawsze jedną i tą samą stroną. Jednak całkowity moment pędu układu powinien pozostać stały. Dlatego utrata momentu pędu w trakcie spowolniania rotacji Ziemi jest kompensowana zwiększeniem momentu ruchu orbitalnego Księżyca. W wyniku tego Księżyca stopniowo oddala się od Ziemi.

Energia rotacji Ziemi częściowo jest zużywana na zwiększenie energii ruchu orbitalnego Księżyca, lecz głównie rozprasza się w postaci ciepła, które wydziela się w trakcie przypływów i odpływów. Niewielka wypukłość Ziemi utworzona przez siły pływowe wywołuje ze swej strony parę sił, która zwiększa prędkość Księżyca na orbicie, a to z kolei prowadzi do wydłużania okresu ruchu obrotowego Ziemi. Za pomocą lokacji laserowej Księżyca ustanocono, że oddala się on od Ziemi z prędkością $3,8 \text{ cm/rok}$. Analiza danych uzyskanych podczas zaćmień obserwowanych w czasach historycznych daje dla tej prędkości wartość $4,4 \text{ cm/rok}$. Długość doby w wyniku miesięcznego tarcia pływowego zwiększa się o $0,0018 \text{ s}$ na stulecie. Pływy wywoływanie przez Słońce zwiększa długość doby o $0,0004 \text{ s}$ na stulecie. W wyniku tego sumaryczne pływowe spowolnienie rotacji w ciągu ostatnich 200 lat wynosiło $0,0022 \text{ s}$ na stulecie.

Dzięki historycznym danym o zaćmieniach z minionych $2 \div 3 \text{ tys. lat}$ również można ocenić wiekowe przyspieszenie ruchu Księżyca i odpowiadające mu spowolnienie okresu rotacji Ziemi. Zgodnie z tymi ocenami długość doby zwiększała się o $0,0016 \text{ s}$ na stulecie. Tę rozbieżność można wyjaśnić tym, że teraz zachodzi intensywniejsze tarcie pływowe zmniejszające moment bezwładności Ziemi (topnienie lodowców, osiadanie żelaza w jądrze Ziemi) i siła przyciągania grawitacyjnego stopniowo maleje.

Jeszcze dokładniej dawniejszą „historię” orbity Księżyca i rotacji Ziemi pozwalają prześledzić pewne gatunki kopalnych koralowców ery paleozoicznej. W ich budowie można znaleźć dobowe i roczne przyrosty (analogiczne do słojów pni drzew). Według tych danych 375 mln lat temu (w dewonie) rok liczył $400,7 \text{ doby}$. Wynika stąd, że średnie zwiększenie się długości doby od dewonu do naszych dni wynosiło

$0,0024 \text{ s}$ na stulecie. Liczby te pozwalały ocenić, że w dewonie długość miesiąca była o 4% krótsza od obecnej, zaś wielka półos obrotu księżycowej o 6% mniejsza od obecnej.

Ponieważ uważa się, że główne procesy rozdzielenia grawitacyjnego materii naszej planety zakończyły się w chwili $0,6 \text{ mld lat}$ po powstaniu Ziemi i wtedy ustabilizowała się momenty bezwładności, to w epoce $t = 0,6 \cdot 10^9 \text{ lat}$ okres rotacji Ziemi T wynosił wówczas $8-9 \text{ godz.}$

Zgodnie z obliczeniami G. Darwina (syna Charlesa) na skutek działania sił pływowych zachodzi następujące zmniejszanie się długości doby i miesiąca do tego momentu, aż oba te okresy zrównają się i będą wynosiły 55 dób. Stopniowo Księżyca będzie oddalał się od Ziemi i za kilka milionów lat może stać się satelitą Słońca.

Nie tak dawno astronomowie odkryli, że trzy planetoidy: 3753, 1998 UP1 i 2000 PH5, z rodziną planetoid przehodzących blisko Ziemi, poruszają się współorbitalnie z nią. Podobnie poruszają się księżyce Saturna: Janus (X) i Epimetheus (XI). Orbity eliptyczne tych trzech planetoid zostały transformowane na współorbitalne pod działaniem perturbacji ze strony planet (głównie Jowisza i Ziemi). Teraz te trzy planetoidy są towarzyszami albo quasi-satelitami naszej planety; ich półosie dorównują 1 j.a. , a okres obiegu wokół Słońca wynosi 1 rok. Jak twierdzą mechanicy nieba, okresy tych planetoid pozostają w rezonansie $1:1$ z okresem obiegu Ziemi wokół Słońca. Jednak nie oznacza to, że planetoidy poruszają się dokładnie po orbicie Ziemi. Część ich orbit przechodzi na zewnątrz, część — wewnątrz orbity Ziemi, przypominając swoim kształtem podkowę. W ten sposób Ziemia ma teraz 4 naturalne* i tysiące sztucznych satelitów.

Przełożył z ukraińskiego

Z. Dworak

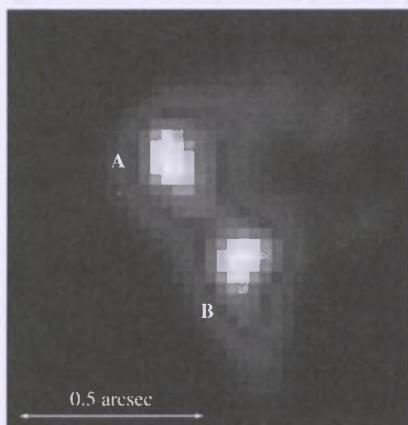
* Nie licząc, oczywiście, tzw. Obłoków Kordylewskiego (przypis tłumacza).

Prof. Klim Iwanowicz Czurumow
jest kierownikiem Katedry Astronomii Uniwersytetu Kijowskiego im. T. Szewczenki, odkrywcą komet i specjalistą w dziedzinie ich badań, a także autorem książek popularnonaukowych o kometach

Wiatry z czarnych dziur

Czarne dziury, choć niemożliwe do bezpośredniej obserwacji, są nader istotnymi składnikami kosmicznej menażerii. Jak wiadomo z teorii, nic — łącznie ze światłem — nie jest w stanie oprzeć się grawitacyjnej potędze tych obiektów. Przekroczenie teoretycznej granicy czarnej dziury — zwanej horyzontem zdarzeń — jest nieodwoływalnym wyrokiem, nie ma tu mowy o żadnej „apelacji”. Co innego dyski akrecyjne, otaczające czarne dziury. Choć i tu grawitacja jest przepotężna, to już od dawna wskazywano na teoretyczną możliwość przepływu masy także i w drugą stronę, w postaci tzw. wiatrów, powstających w wyniku oddziaływania ciśnienia promieniowania.

Pracujące na pełnych obrotach obserwatoria satelitarne Chandra i XMM-Newton pozwoliły na znalezienie obserwacyjnych dowodów prawidłowości postulowanej powyżej tezy. Dostarczyły ich dwa kwazary, gwiazdopodobne obiekty w odległościach kosmologicznych, najprawdopodobniej jasne jądra galaktyk, w których kryją się supermasywne czarne dziury. Pierwszy z satelitów posłużył do obserwacji kwazara APM 08279+5255 (rys. 1), odległego o ponad 5 mld lat świetlnych stąd, charakteryzowanego przez przesunięcie ku



Rys. 1. Kwazar APM 08279+5255.
Fot. CXC/M.Weiss (ilustracja), NASA/CXC/PSU/G.Chartas (zdjęcie)



Rys. 2. PG 1115+080.
Fot. NASA/CXC/PSU/G.Chartas

czerwieni równe 3,91. Dodatkową zaletą tego obiektu jest naturalne, niemal stukrotne wzmacnianie jego świecenia, w wyniku tzw. soczewkowania grawitacyjnego, powodowanego przez galaktykę, znajdującą się pomiędzy kwazarem a Ziemią. W podobnej odległości leży drugi z obiektów, kwazar PG 1115+080 (rys.2), z mniejszym przesunięciem ku czerwieni, wynoszącym tylko 1,72, obserwowany przez satelitę XMM-Newton. Również i tu, dzięki soczewkowaniu grawitacyjnemu, kwazar jest jaśniejszy 25-krotnie.

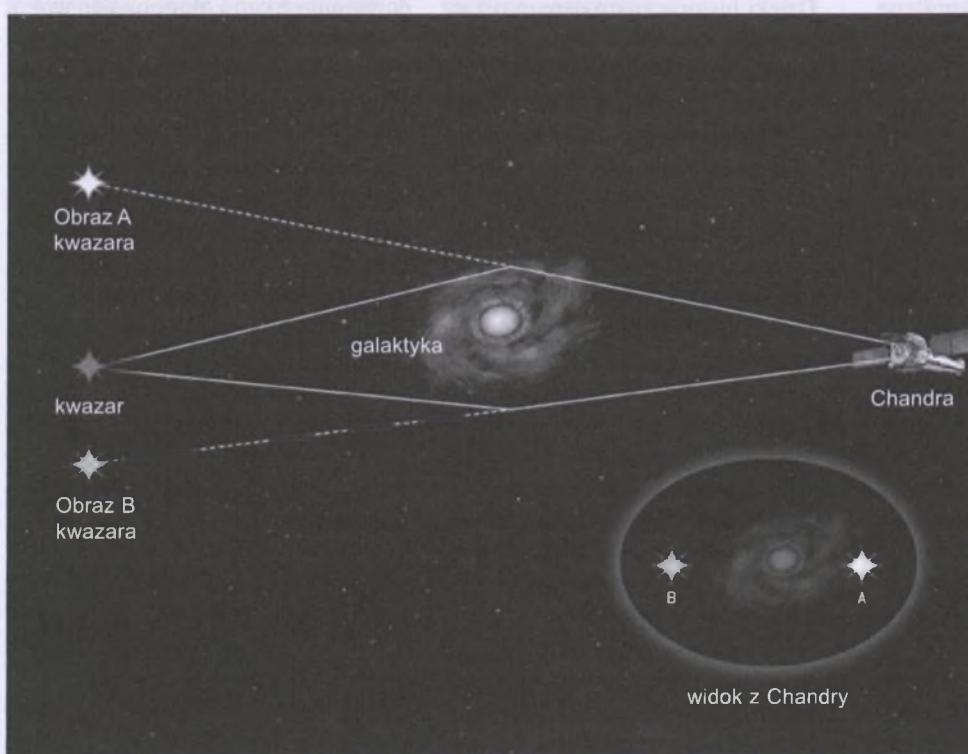
W obu przypadkach zaobserwowały się wiatry wywiewające z dysków akrecyjnych centralnych supermasywnych czarnych dziur wielkie ilości węgla, tlenu i żelaza do ośrodka międzygwiazdowego i międzygalaktycznego. Zdziwiająca jest ich prędkość — 40% prędkości światła — znacznie większa od przewidywanej teoretycznie. Z szacunków wynika, że w trakcie swojego życia kwazar może się w ten sposób „pozbyć” masy w ilości miliarda mas Słońca! Wiatry takie mogą mieć regulacyjny wpływ na wzrost samej czarnej dziury,

jak również przyspieszać procesy powstawania nowych gwiazd.

Za odkryciem stoi grupa uczonych, która tworzą Niel Brandt i Gordon Garmire z Penn State oraz Sarah Gallagher z MIT. Przewodniczy jej George Chartas, również z Penn State.

Warto obejrzeć animację (http://www.science.psu.edu/alert/Images/Chartas/accretion_disk.mov) czarnej dziury z jej dyskiem akrecyjnym, tworzącym przez „skradziony” gwiazdom gaz, opadającym stopniowo na nią. Ciśnienie promieniowania tworzy wiatr wywiewający w drugą stronę materię bogatą w składniki istotne dla znanych nam form życia, opartego na chemii węgla.

(mag)



Wyswietlenie zjawiska soczewkowania grawitacyjnego. Fot. CXC/M.Weiss

Błyski gamma — nowe dowody

Jedna z największych zagadek w astronomii i zarazem „pole bitwy” wielkiej rzeszy uczonych — błyski gamma — uporczywie bronią się przed odkryciem jej właściwego oblicza. Same zjawiska, to najbardziej gwałtowne i energetyczne zdarzenia obserwowane we współczesnym nam Wszechświecie, a jednocześnie tak skutecznie wymykające się naszemu poznaniu.

Mimo że od lat szereg instrumentów orbitalnych przeczesuje niebo w poszukiwaniu nowych przypadków, zazwyczaj udaje się zaobserwować już „przebrzmiałe” błyski gamma. Ich tzw. poświata jest najczęściej zbyt krótkotrwała, by poczynić wiele niezbędnych obserwacji, które dostarczyłyby kluczowych danych.

Tak było do 13 sierpnia 2002 r. Wówczas znakomity przyrząd rentgenowski Chandra mógł zaobserwować dokładnie i długo — przez prawie cały dzień — poświętę błysku oznaczonego jako GRB 020813 (GRB — Gamma Ray Burst, czyli błysk gamma, natomiast oznaczenie cyfrowe to po prostu data zdarzenia). Co ważniejsze, dzięki jednoznaczny obserwacjom linii widmowych jonów krzemu i siarki, udało się „namierzyć” praprzyczynę tego błysku. Tak się bowiem składa, że owe wspomniane pierwiastki są hojnie rozsiewane w trakcie wybuchu supernowej! Tym samym mocny punkt poparcia zyskała jedna z hipotez tłumaczących zagadkowe błyski, wprzegająca właśnie wybuch supernowej w mechanizm ich „produkci”.

Jak powiedział Nathaniel Butler z Massachusetts Institute of Technology (Cambridge, USA) na spotkaniu Oddziału Wysokiej Energii Amerykańskiego Towarzystwa Astronomicznego, poczynione obserwacje to dowody pośrednie związku błysku gamma z uprzednim wybuchem supernowej. Wszystko bowiem wskazuje na to, że nadzwyczaj masywna gwiazda najprawdopodobniej wybuchła niecałe dwa miesiące przed samym błyskiem gamma, a jego promieniowanie było skolimowane w wąskim stożku.

Dokładne analizy pozwoliły stwierdzić, że wspomniane jony krzemu i siarki poruszały się z prędkością wynoszącą prawie 1/10 prędkości światła, przypuszczalnie będąc częścią otoczkę materii wyrzuconej przez supernową. Linie widmowe rzecznego pierwiast-

ków były wąskie i ostro zakończone, co wskazuje na to, iż pochodzą z niewielkiego obszaru tej otoczki. Co za tym idzie, jedynie mała część otoczki była oświetlona przez błysk, co wskazuje na jego kolimację w wąski stożek. Natomiast tak korzystna długość poświaty każe przypuszczać, że wybuch supernowej nastąpił jakieś 60 dni wcześniej.

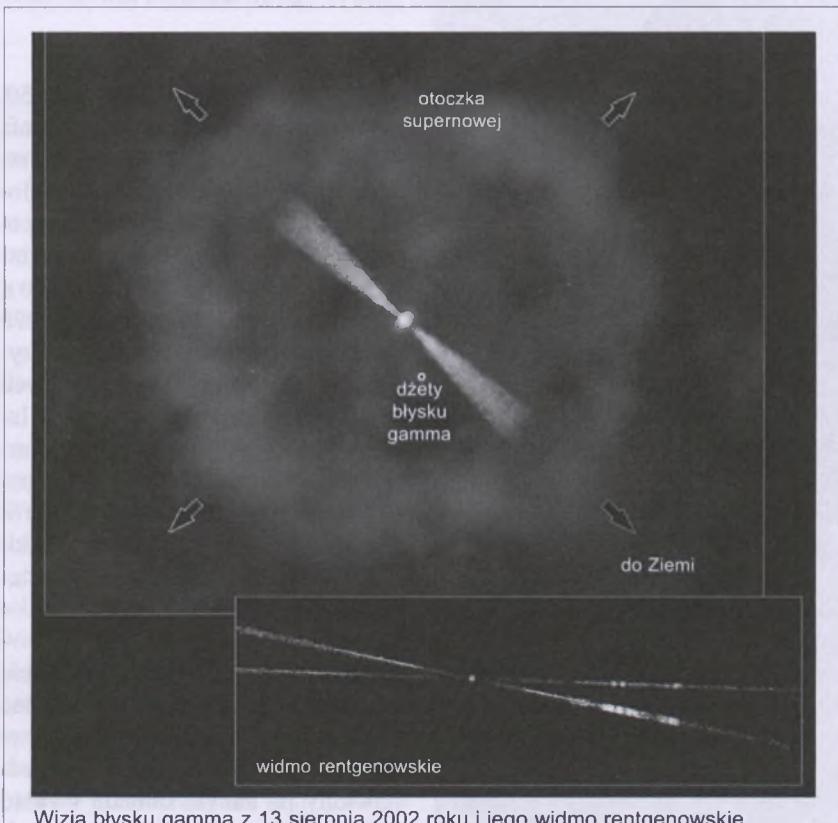
Przyjrzymy się dokładniej, jak prawdopodobnie przebiegały wypadki. Całą „tragedię” zapoczątkowała zapaść — tzw. kolaps — jądra niezwykle masywnej gwiazdy, połączony z odrzuceniem jej zewnętrznych warstw. Zapadnięte jądro utworzyło gwałtownie obracającą się czarną dziurę, wokół której wirował dysk materii. W następnym etapie system ten wytwarza dżet wysokoenergetycznych cząstek. To właśnie fale uderzeniowe propagujące się w takim dżecie w konsekwencji powodują błysk promieniowania rentgenowskiego i gamma, trwający jednak tylko kilka minut. Natomiast oddziaływanie dżetu z otoczką materii pozostałą po wybuchu skutkuje poświata rentgenowską, która może utrzymywać się już dni a nawet miesiące. Jednak zupełnie jest niezrozumiałe

opóźnienie między wybuchem supernowej a błyskiem gamma.

Już wcześniej obserwacje z innych satelitów — ASCA (Japonia), Beppo-SAX (Włochy, Holandia), XMM-Newton (ESA), jak i Chandry zdawały się wskazywać na ślady wspomnianych jonów, indyktorów pochodzenia z supernowej. Jednak ilość „złapanych” promieni X była zbyt skąpa, by móc z całą pewnością wykluczyć ich sztuczne pochodzenie (efekt instrumentalny lub też fluktuacja statystyczna). Ponieważ w owym sierpiennym dniu ubiegłego roku udało się zaobserwować pięć razy więcej promieniowania rentgenowskiego aniżeli zazwyczaj, identyfikacja jonów krzemu i siarki była bezsporna. A co za tym idzie — powiązanie błysku z uprzednim wybuchem supernowej.

Wypada jeszcze wspomnieć o pozostałym składzie zespołu uczonych. Oprócz wspomnianego na początku Nathaniela Butlera byli to: Herman Marshall, George Ricker, Roland Vanderspek, Peter Ford, Geoffrey Crew (Massachusetts Institute of Technology) oraz Donald Lamb (University of Chicago).

(mag)



Wizja błysku gamma z 13 sierpnia 2002 roku i jego widmo rentgenowskie.

Fot. CXC/M.Weiss (ilustracja), NASA/CXC/N.Butler i in. (widmo)

Van Gogh, Księżyca, planety i gwiazdy



Vincent Van Gogh — autoportret z 1887 r.

W roku 2003 przypada 150. rocznica urodzin Vincenta van Gogha. Wielki artysta urodził się w Groot Zundert, w Holandii, 30 marca 1853 r., zaś zmarł, po pełniwszy samobójstwo, w Auvers-sur-Oise, koło Paryża, 29 lipca 1890 r. Jego bogata spuścizna obejmuje 870 obrazów, 150 akwarel i ponad 1000 rysunków. Wśród najbardziej znanych obrazów van Gogha, powstałych w latach 1888-1890, w czasie pobytu artysty w Arles, Saint-Rémy i Auvers-sur-Oise, jest kilka o tematyce astronomicznej. Są one przedmiotem zainteresowania nie tylko historyków sztuki, ale także — co oczywiste — astronomów.

Analiza tych obrazów w aspekcie astronomicznym może bowiem dać odpowiedź na dwa pytania. Po pierwsze, czy — i w jakim stopniu — przedstawiony na danym obrazie wygląd nocnego nieba odpowiadał rzeczywistości, albo, ujmując rzecz w uprosz-

czeniu, czy artysta malował dokładnie to, co widział? Po drugie, czy odtwarzyszy dziś ówczesną konfigurację gwiazd, planet i Księżyca, potrafimy ustalić dokładną datę powstania obrazu? Warto od razu dodać, że przybliżone daty powstania większości dzieł van Gogha historycy sztuki ustalają na podstawie informacji zawartych w bogatej korespondencji artysty, w szczególności w jego słynnych listach do brata Theo.

Zacznijmy od obrazu *Gwiaździsta noc nad Rodanem*, który powstał w Arles, we wrześniu 1888 r., a blisko sto lat później stał się przedmiotem dociekań amerykańskiego astronoma Charlesa Whitneya. Rzut oka wystarczy, by stwierdzić, że van Gogh przedstawił na nim wiernie Wielki Wóz, czyli siedem najjaśniejszych gwiazd gwiazdozbioru Wielkiej Niedźwiedzicy. Bez większego trudu (korzystając na przykład z obrotowej mapy nieba) można ustalić, że, istot-



Gwiaździsta noc nad Rodanem (Musée d'Orsay, Paryż)

nie, w Prowansji jesienią, późnym wieczorem, Wielki Wóz tak właśnie widać nisko nad horyzontem, w północnej części nieba. Przedstawiony na obrazie widok Rodanu odpowiada jednak kierunkowi południowo-zachodniemu. Najwyraźniej więc artysta, chcąc uatrakcyjnić widok, przeniósł w to miejsce Wielki Wóz, a zrobił tak zapewne dla tego, że — jak łatwo sprawdzić — w tej części nieba, nisko nad horyzontem, nie było w owym czasie żadnych jasnych gwiazd.

Jednym z najsłynniejszych i najbardziej zagadkowych płócien van Gogha jest *Gwiaździsta noc*, obraz powstały w czerwcu 1889 r. w Saint-Rémy, gdzie artysta spędził rok w zakładzie dla psychicznie chorych. Historycy sztuki — i nie tylko oni, na przykład lekarze — zwykle dopatrywały się w nim związków z powracającymi atakami choroby artysty. Jednak analiza astronomiczna, jakiej dokonali w połowie lat 80. XX w. astronom Charles

Whitney oraz historyk sztuki Albert Boime, ukazuje to dzieło w zupełnie innym świetle.

Okazuje się, że układ gwiazd przedstawionych na obrazie dość wiernie odpowiada konfiguracji, jaką tworzą gwiazdy należące do gwiazdozbioru Barana, który w czerwcu jest widoczny nad ranem, na krótko przed wschodem Słońca. Najjaśniejsza z przedstawionych przez van Gogha gwiazd — nisko nad horyzontem, na prawo od cyprysa — to niewątpliwie planeta Wenus. Można bowiem łatwo sprawdzić, że w owym czasie była ona „gwiazdą poranną” i znajdowała się właśnie w gwiazdozbiorze Barana. Co więcej, odtworzywszy drogę planety wśród gwiazd, można precyzyjnie ustalić datę odpowiadającą dokładnie sytuacji przedstawionej na obrazie: 19 czerwca 1889 r., około godz. 4 nad ranem. Potwierdzenia tych ustaleń dostarcza lektura fragmentu listu van Gogha do brata, datowanego na ok. 2

czerwca 1889 r.: *Tego ranka patrzyłem na krajobraz z mojego okna na długo przed wschodem Słońca i jedyne co widziałem to gwiazda poranna, która wydawała się bardzo duża*. Można więc przyjąć, że kilkanaście dni później, wyglądając znowu nad ranem przez swoje zakratowane okno, artysta przeniósł na płótno to, co widział, a więc zarówno Wenus, jak i okoliczne gwiazdy należące do gwiazdozbioru Barana.

A Książyc? Na obrazie widzimy go w fazie pomiędzy trzecią kwadrą i nowiem, co odpowiadałoby jednak sytuacji kilka dni później niż data wspomniana powyżej. Co więcej, okazuje się, że 23–24 czerwca Książyc przejmiecał się istotnie przez pole widzenia przedstawione na obrazie, ale jego droga wypadała znacznie niżej — poniżej Wenus, a nie tak wysoko, jak to widzimy na obrazie. Wygląda więc na to, że van Gogh postanowił, zapewne ze względów kompozycyjnych,

Czy wiecie że...

Tak, jak prawdziwa gwiazdista noc natchnęła Vincenta Van Gogha do namalowania słynnego obrazu, tak obraz ów był natchnieniem dla amerykańskiego piosenkarza i kompozytora Dona McLeana, którego piękna kompozycja pod tym samym tytułem zagościła na listach przebojów w 1972 r.

Obok prezentujemy oryginalne słowa tej uroczej pieśni.



Ściślej, piosenka ta nosi tytuł *Vincent (Starry, Starry Night)*

*Starry, starry night
Paint your palette blue and gray
Look out on a summer's day
With eyes that know the darkness in my soul
Shadows on the hills
Sketch the trees and the daffodils
Catch the breeze and the winter chills
In colors on the snowy linen land*

Chorus:

*Now I understand
What you tried to say to me
How you suffered for your sanity
How you tried to set them free
They would not listen they did not how
Perhaps they'll listen now*

*Starry, starry night
Flaming flowers that brightly blaze
Swirling clouds in violet haze
Reflect in Vincent's eyes of china blue
Colors changing hue
Morning fields of amber grain
Weathered faces lined in pain
Are soothed beneath the artist's loving hand*

*Chorus:
For they could not love you
But still your love was true
And when no hope was left inside
On that starry, starry night
You took your life as lovers often do
But I could have told you Vincent
This world was never meant for one as
beautiful as you*

*Starry, starry night
Portraits hung in empty halls
Frameless heads on nameless walls
With eyes that watch the world and can't forget
Like the strangers that you've met
The ragged men in ragged clothes
The silver thorn of bloody rose
Lie crushed and broken on the virgin snow
Now I think I know
What you tried to say to me
How you suffered for your sanity
How you tried to set them free
They did not listen they're not listening still
Perhaps they never will*

dodać sierp Księżyca do tego, co widział nad ranem 19 września, a umieścił go w miejscu, które uznał za najlepsze. Tu warto zauważać, że sierp Księżyca, zgodnie z realiami astronomicznymi, jest skierowany na lewo i ku dołowi, tj. w stronę znajdującego się pod horyzontem Słońca. Co ciekawe, motyw sierpa Księżyca pojawia się jeszcze na trzech innych obrazach van Gogha, ale we wszystkich trzech przypadkach jego orientacja — ku górze — jest niezgodna z astronomiczną rzeczywistością. *Gwiazdista noc* jest więc pod tym względem wyjątkiem.

I wreszcie sprawa najbardziej zagadkowa: czym jest potężny wir, zajmujący środek obrazu *Gwiazdista noc*? Najbardziej prawdopodobna hipoteza nawiązuje do astronomicznych zainteresowań van Gogha, w szczególności do licznych przesłanek świadczących o tym, że czytał on ówczesne książki i artykuły astronomiczne. Jeśli tak, to w popularnej w owym czasie książce Kamila Flammariona *Les Étoiles* oglądał z pewnością słynny ówczesny rysunek mgławicy spiralnej M51, wykonany przez lorda Rosse'a i właśnie ten rysunek mógł mu posłużyć jako pierwowzór i inspirację do tego, co widzimy na obrazie.

Rok później, również w Saint-Rémy, powstał obraz *Droga z cyprysem i gwiazdą*, datowany przez histo-

ryków sztuki na połowę maja 1890 r. Wyniki analizy astronomicznej tego obrazu, jakie opublikowali w 1988 r. Donald Olson i Russell Doescher, są nader interesujące. Po pierwsze, korzystając z faktu, że przedstawiony na obrazie Księżyca znajduje się w fazie tuż po nowiu, łatwo ustalić, kiedy to było. W grę może wchodzić tylko jedenów — 19 kwietnia, albowiem następny wypadał 18 maja, tj. dwa dni po wyjeździe van Gogha z Saint-Rémy. Ograniczając się zatem tylko do Księżyca, można ustalić datę powstania obrazu na 20 kwietnia 1890 r.

Przejdzmy do tytułu „gwiazdy”. Odtworzywszy wygląd nieba wieczorem tego dnia, stwierdzić można orazu, że w pobliżu Księżyca nie było żadnej wyróżniającej się jasnością gwiazdy. A zatem musiała to być jedna z planet. Rzeczywiście, okazuje się, że Wenus była wtedy „gwiazdą wieczorną” i znajdowała się blisko Księżyca. Dokładne zaś odtworzenie konfiguracji Wenus-Księżyca pozwala na precyzyjne ustalenie dokładnej daty i to niezależnie od rozważań dotyczących fazy Księżyca. Było to 20 kwietnia 1890 r., ok. 40 min po zachodzie Słońca. W tym miejscu zauważmy, że sierp Księżyca tuż po zachodzie Słońca winien być zwrócony na prawo i ku dołowi, gdy tymczasem na obrazie jest on zwrócony ku górze. Zapewne arty-

sta kierował się motywami kompozyjnymi.

Wenus nie była jedyną planetą widoczną tego wieczoru na zachodnim niebie. Tuż koło niej, w odległości zaledwie 3°, świecił Merkury — planeta, której dostrzeżenie jest możliwe tylko w wyjątkowo sprzyjających okolicznościach, a tak właśnie było owo wieczoru. Czy van Gogh dostrzegł Merkurego? Ależ tak! Spójrzmy na obraz: tuż przy jego lewym brzegu, poniżej Wenus, widzimy drugą, znacznie słabszą „gwiazdę”. Jako ciekawostkę warto odnotować, że szkic tego obrazu, zawarty w późniejszym o 2 miesiące liście van Gogha do Gauguina, zawiera tylko Księżyca i Wenus, bez Merkurego.

Ale to nie wszystko. Porównanie odtworzonej konfiguracji Księżyca-Wenus-Merkury z tym, co widzimy na obrazie, prowadzi do zaskakującego odkrycia: oto konfiguracja przedstawiona przez artystę jest zwierciadlanym odbiciem rzeczywistości! Czy i w tym wypadku zdecydowały o tym wzgórza kompozycyjne?

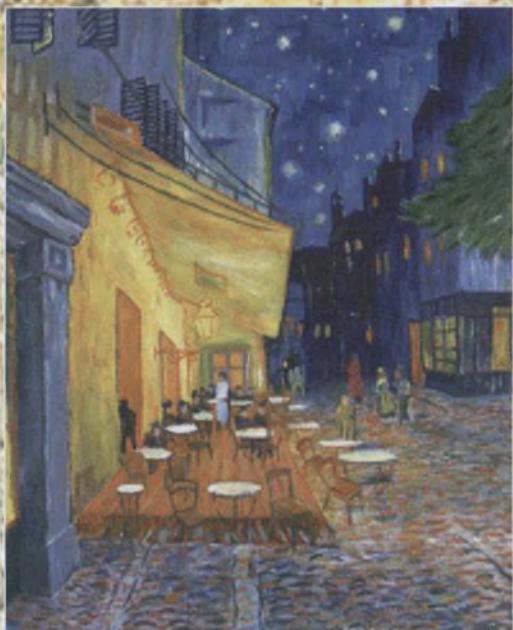
Prof. Józef Smak jest członkiem Polskiej Akademii Nauk i astrofizykiem pracującym w Centrum Astronomii PAN w Warszawie. Jego badania naukowe dotyczą fizyki gwiazd podwójnych i dysków akrecyjnych

Van Gogh, Księże, planety i gwiazdy

Ilustracje do artykułu Józefa Smaka (s. 118)



Autoportret ze słomkowym kapeluszem
(1887/88, Nowy Jork, The Metropolitan Museum of Art)



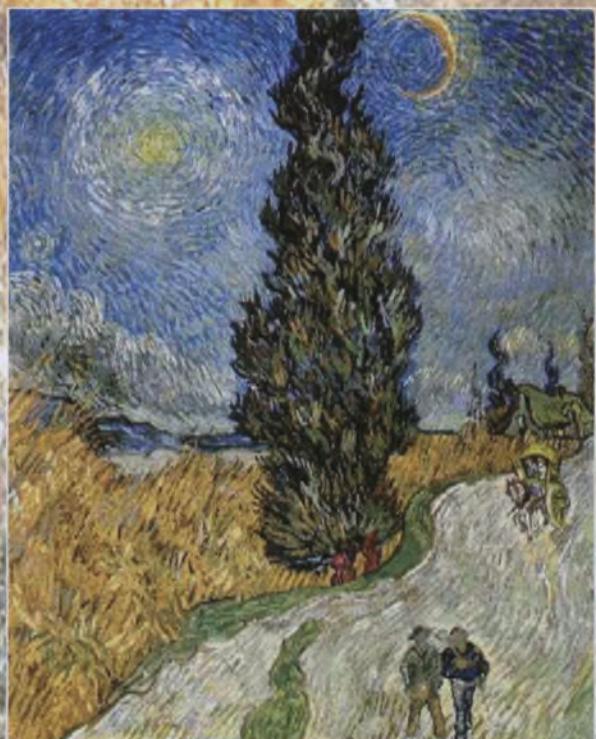
Nocna kawiarnia w Arles (1888, Otterlo, Rijksmuseum Kröller-Müller)



Gwiaździsta noc (1889, Museum of Modern Art, Nowy Jork)



Gwiazdy nad Rodanem (1888, Paryż, Musée d'Orsay)



Droga z cyprysami (1890, Otterlo, Rijksmuseum Kröller-Müller)

Obrazy zaadaptowane z witryny www.vangoghgallery.com

Galeria Uranii

Artur Wrembel z Bydgoszczy fotografuje nocne niebo od 12 lat i, jak pisze, osiągnął w tej dziedzinie pewną granicę, w której pokonaniu pomóc może tylko lepszy i nowocześniejszy sprzęt. Prezentowane poniżej Plejady to efekt złożenia dwóch zdjęć wykonanych w czasie 30 min ekspozycji każdej (Maksutow 150/1800 z ogniskową skróconą do 1000, film Fujif 800 P).



Zdjęcie obok to ilustracja do artykułu Juliusza Domańskiego i Vladimira Štefla, poświęconego astronomii w książkach Juliusza Verne'a, a przedstawia niecodzienne zjawisko tzw. zielonego promienia Słońca. Zjawisko to wymaga bardzo dobrych warunków pogodowych i odlegiego „horyzontu”.

Lokalny Komitet Organizacyjny
i

Centrum Astronomii Uniwersytetu Mikołaja Kopernika
uprzejmie zapraszają astronomów, doktorantów i studentów astronomii
do uczestnictwa

w

XXXI ZJEŹDZIE

odbywanym w 80. rocznicę istnienia

POLSKIEGO TOWARZYSTWA ASTRONOMICZNEGO

który odbędzie się pod patronatem JM Rektora UMK i Prezydenta Torunia

w TORUNIU

w dniach 8–12 września 2003 r.

Wstępny program:

■ **Poniedziałek, 8 IX**

Przyjazdy uczestników, spotkania w małych grupach

■ **Wtorek, 9 IX**

Godz. 10.00 — **Otwarcie Zjazdu**

Przemówienia okolicznościowe

Wręczenie Medalu im. Prof. Zonna i Nagrody Młodych PTA.

Zaprośzone wykłady na otwarcie Zjazdu

Sesja poświecona wielkiemu teleskopowi **SALT**

Wizyta w Obserwatorium w Piwnicach i ognisko

■ **Środa, 10 IX**

Sesja na temat: **Współpraca europejska w astronomii**

Godz. 15.30 — **WALNE ZEBRANIE PTA**

Koncert kameralny

Bankiet

■ **Czwartek, 11 IX**

Sesja na temat: **Astrofizyka wysokich energii**

Wykład popularnonaukowy

Informacje o Zjeździe dla prasy

Seans planetaryjny

■ **Piątek, 12 IX**

Całodzienna wycieczka autokarowa po Ziemi Chełmińskiej:

Chełmża, Chełmno, Radzyń Chełmiński, Brodnica, Golub-Dobrzyń

Sesje plakatowe przez cały czas trwania Zjazdu

Kontakt: LKO Zjazdu PTA — Centrum Astronomii UMK, ul. Gagarina 11, 87-100 TORUŃ

tel. 0-56-6113003, fax: 0-56-6113008, e-mail: LKO@astri.uni.torun.pl



Na rozkładówce:

Protoplanetarna mgławica NGC 1705, znana także jako mgławica „Jajko” (the Egg Nebula) i CRL 2688, w świetle spolaryzowanym i sztucznych barwach. Ogromny kokon gazu i pyłu wyrzucony partiami przez gwiazdę rozszerza się z szybkością 20 km/s osiąga obecnie rozmiar 1/10 roku świetlnego. Sama gwiazda jest niewidoczna, ponieważ ją zasłaniają gęste warstwy gazu i pyłu spłaszczonego kokonu, położone w kierunku naszego widzenia. Światło wymyka się łatwiej przez cieńsze warstwy kokonu, a rozprasza się na pyle, ukazuje nam niezwykłą strukturę tego obiektu. Obserwując ją w świetle spolaryzowanym, uczeni mogą powiedzieć wiele o fizycznych własno-

ściach materiału rozpraszającego oraz o dokładnym położeniu umierającej gwiazdy.

Mgławica znajduje się w gwiazdozbiorze Łabędzia, w odległości ok. 3 000 lat świetla od nas. Obiekty jak ta mgławica rzadko obserwujemy, ponieważ stanowią bardzo krótko trwającą fazę życia gwiazdy. Tymczasem mogą one stanowić klucz do zrozumienia tego, jak czerwony olbrzym przechodzi do stanu mgławicy planetarnej, która jest świecącym świadectwem umierającej gwiazdy.

Obraz uzyskano ze zdjęć wykonanych kamerą ACS teleskopu kosmicznego Hubble'a we wrześniu i w październiku 2002 r. Autorzy: W. Sparks i R. Sahai oraz NASA.

Księzycowa niemoc

Gdy ponad 33 lata temu człowiek wybierał się na Księżyca, nawet najskrajniejsi pesymiści nie mogli wyobrazić sobie, że badania naszego satelity znajdą się w takim upadku, jaki obserwujemy obecnie... Loty załogowe zakończyły się w 1972 r., a cztery lata później z Księżyca powróciła ostatnia sonda Łuna-24. Potem nastąpiła niemal całkowita zapaść.

W prawdziwe ziemskie laboratoria otrzymały materiały badawcze na wiele lat — same wyprawy Apollo przywozły ponad 400 kg skał księżyccowych — jednak gwałtowne wstrzymanie programu badań naszego satelity przez oba supermocarstwa musiało wywołać szok. Pierwsze nieśmiałe próby powrotu na księżyccowe trasy podjęto dopiero na początku lat 90. Krok ten uczynili nie Amerykanie i nie Rosjanie, lecz Japończycy.

W marcu 1990 r. japońscy specjalści z agencji NASDA umieścili na orbicie wokół Księżyca miniaturową sondę Hiten (w momencie startu nazywała się Muses-A). Nie miała na pokładzie żadnej aparatury naukowej, jej lot był czystym testem technologicznym. Jednak gdy w kwietniu 1993 r. Hiten upadł na Księżyca, Japończycy z dumą ogłosili się trzecim państwem, które umieściło swój obiekt na innym ciele nieskim.

Kolejny krok uczyniła amerykańska NASA, wysyłając w styczniu 1994 r. sondę Clementine na orbitę biegunową Księżyca. Ten niewielki aparat kosmiczny, powstały z wyposażenia stosowanego w satelitach wojskowych, przez 3 miesiące fotografował powierzchnię Księżyca w kilku zakresach widma, po czym odleciał na spotkanie z planetoidą. Spotkanie się nie powiodło, ale mapy chemiczne i mineralogiczne oraz zdjęcia słabo dotąd poznanych rejonów biegunowych naszego satelity stanowią cenny wkład Clementine do selenologii.

Zdjęcia Clementine miały posłużyć do weryfikacji hipotezy o zaleganiu pokładów lodu we wnętrzu kraterów okolobiegunkowych, do których nigdy nie docierają promienie Słońca. Ponieważ

ten interesujący nie tylko z naukowego punktu widzenia problem nie został rozstrzygnięty, cztery lata później NASA wysłała kolejną sondę na okolobiegunkową orbitę Księżyca. Nazywała się Lunar Prospector i nie miała nawet kamery, jej najważniejszym instrumentem był detektor neutronowy, zdolny do wykrywania wody nawet pod powierzchnią Księżyca. Istotnie, wskaźniki detektora potwierdziły występowanie pewnych ilości lodu wodnego w rejonie obu biegunków.

Misja Lunar Prospektora zakończyła się 30 lipca 1999 r. upadem na Księżyca w rejonie bieguna południo-

położonego ją w kamerę wysokiej rozdzielczości i spektrometry: rentgenowski i podczerwieni. Jednak głównym celem będzie testowanie silnika jonowego — to właśnie on powinien wprowadzić sondę z orbity wokółziemskiej na wokółksiężycową. SMART-1 wystartuje najwcześniej 15 lipca 2003 r. jako ładunek dodatkowy obok dwóch satelitów telekomunikacyjnych wynoszonych rakietą Ariane-5. Podróż na Księżyca zajmie mu od 15 do 17 miesięcy — taka jest specyfika działania silnika jonowego.

Być może w drodze na Księżyca wyprzedzi SMARTa prywatna sonda Trail Blazer, której start został zapowiedziany na październik 2003 r. Do wysyłki ma zostać użyta ukraińska rakieta Dniepr, czyli dawna rakieta strategiczna SS-18 „Satan”. Czas dolotu sondy nie powinien przekroczyć 4 dni. Według zapewnień firmy TransOrbital sonda będzie fotografować powierzchnię Księżyca przez 90 dni, po czym upadnie na Księżyca. I jedno, i drugie ma być wykorzystane w celach komercyjnych — dokładne fotografie powierzchni, także z miejsc lądowań Apollo, będzie można nabyć w TransOrbital. Upadek na Księżyca powinien dostarczyć jeszcze większych dochodów, bowiem TrailBlazer ma zawierać kapsułę, w której za odpowiednią opłatą można umieścić swoją wizytówkę, rodzinne zdjęcia lub inne pamiątki (w niedalekiej przyszłości także urny z prochami bliskich).

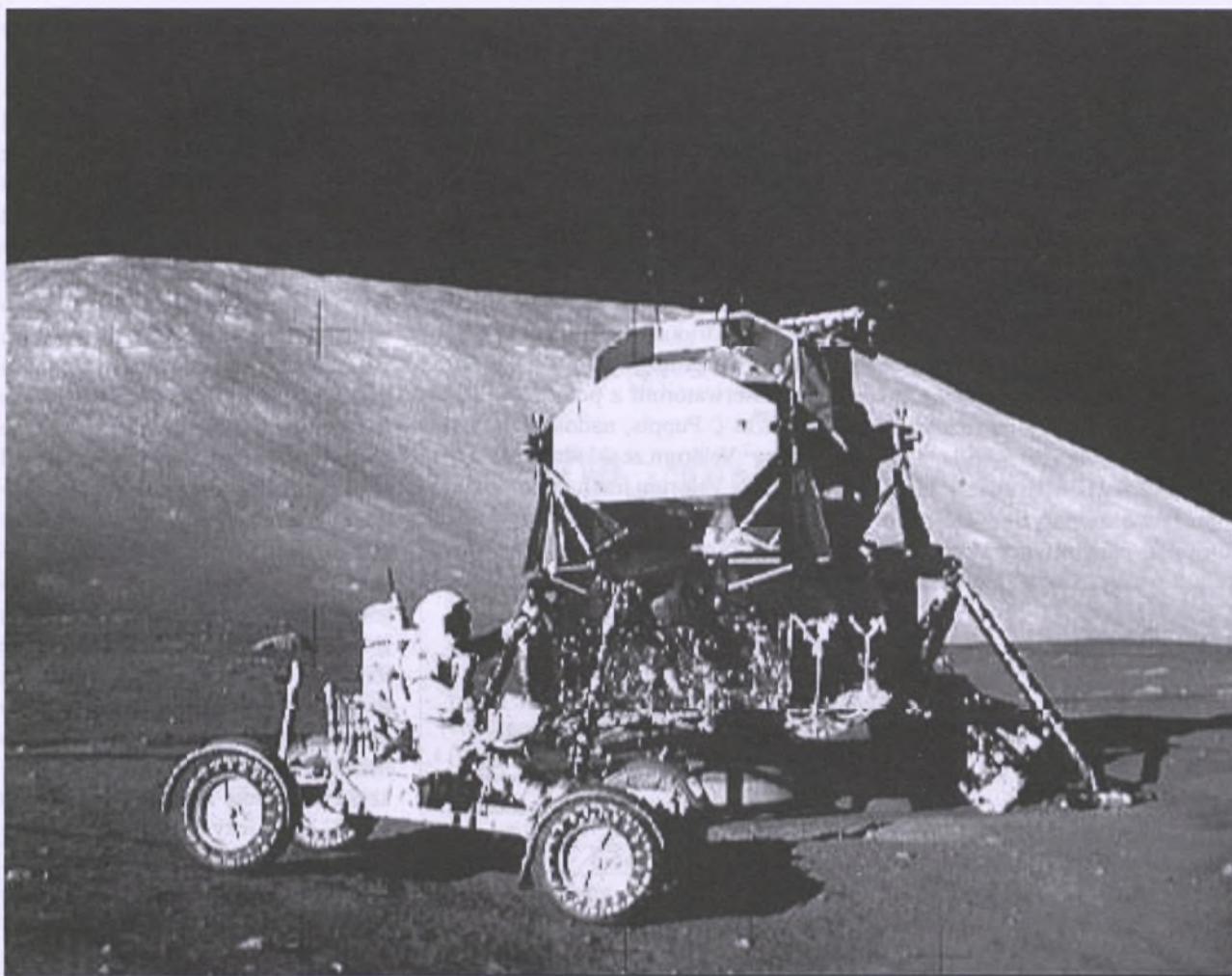
Czy to oznacza, że księżycowy interes przechodzi w prywatne ręce? Lub że Księżyca — zamiast miejscem badań — stanie się nowym ekskluzywnym wysypiskiem i jednocześnie cmentarzem dla dostatecznie mających dziwaków? Myślę, że takie obawy są jednak przedwczesne i nie musimy jeszcze wołać za Ijonem Tichym: „Ratujmy kosmos!” Ale ogrom upadku badań księżyccowych jest zatrważający. Za to coraz liczniejsze jest grono ludzi, którzy nie wierzą w realność lądowania ludzi na Księżyku! Rzecz znamienne, najczęściej takich niedowiarków jest w USA, a przewodzi im niejaki Bill Kaysing, autor książek i au-



Fot. 1. Sonda SMART-1 (fot. ESA)

wego. Nadzieje, że uda się z Ziemi z obserwować wybitny obłok pyłu i odkryć w nim ewentualną parę wodną, się nie sprawdziły. Dokonano za to pierwszego „księżyccowego pochówku”, bo wielu sond zawierała kapsułkę z prochem zmarłego tragicznie astronoma Eugene Schoemakera (1928–1997). W ten sposób została zamknięta ludzka działalność na Księżyku: trzy nader skromne misje w ciągu trzech dekad.

Jakie są perspektywy? Na rok 2003 planowane są dwie misje, również bardzo skromne. Jedną przygotowuje Europejska Agencja Kosmiczna ESA, drugą — prywatna firma amerykańska TransOrbital. Sonda ESA o nazwie SMART-1 ma przeznaczenie technologiczne i jest nieco bogatszym odpowiednikiem japońskiego Hitena. Wy-



Fot. 2. Ostatnia szósta wyprawa człowieka na Księżyc — misja Apollo 17 w grudniu 1972 r. Na zdjęciu dowódca wyprawy Eugene A. Cernan podczas krótkiej przejażdżki księżycowym wehikułem (EVA-1) w pobliżu miejsca lądowania w dolinie między kraterem Littrow a górami Taurus. Za nim widoczny moduł lądownika. Zdjęcie wykonał astronauta-badacz Harrison H. Schmitt, pilot modułu lądowniczego. Fot. NASA

dycji demaskujących „oszustwo księżycowe” NASA.

Zjawisko stało się na tyle poważne, że amerykańska agencja kosmiczna zdecydowała się odpowiedzieć na wyzwanie sceptyków i powołała specjalnego rzecznika (został nim wybitny ekspert James Oberg), który miałby ich przekonać, że program Apollo rzeczywiście zaowocował lądowaniami na Księżycu. Być może dlatego zdjęcia lądowisk, gdzie powinny być widoczne nie tylko ślady stóp astronautów, ale także podwozia lądowników LEM, elektryczne łaziki i różnorodny sprzęt, mają obecnie taką cenę? Czy to nie paradoks, że potężna agencja kosmiczna musi dziś bronić resztek swej dawnej chwały, podczas gdy do misji księżycowych zabierają się amatorzy i geszefiarze?

Jacek Kruk

**Wyższa Szkoła Pedagogiczna w Częstochowie
Wydział Matematyczno-Przyrodniczy, Instytut Fizyki
ogłasza nabór na studia podyplomowe**

Astronomia z elementami kosmologii

Studia trwają dwa semestry (275 godz.) i są przewidziane dla osób legitymujących się co najmniej dyplomem licencjata.

Nauczycielom studia dadzą pełen zasób wiedzy merytorycznej i metodycznej dla nauczania treści astronomicznych.

Dla osób nie będących nauczycielami studia mogą być nie tylko centralnym elementem samodoskonalenia, ale również poszerzyć zakres zawodowej przydatności.

Rozpoczęcie studiów: 1.10.2003.

Informacje i składanie podań:

Sekretariat Instytutu Fizyki WSP w Częstochowie

al. Armii Krajowej 13-15,

42-201 Częstochowa

tel. 361-22-28, e-mail: bogdan@wsp.czest.pl

Typ widmowy O

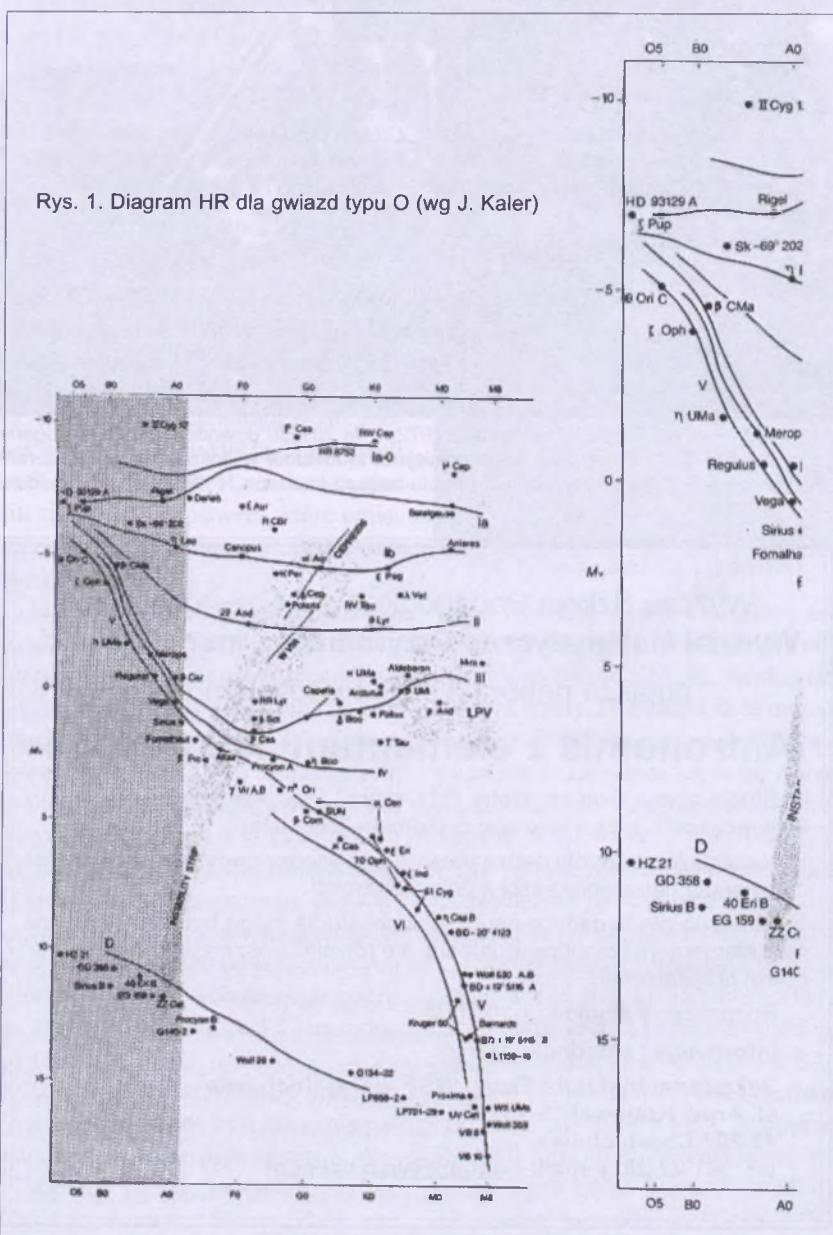
Wspinając się od przeszło roku po kolejnych szczeblach drabiny typów widmowych, docieramy właśnie na sam jej szczyt. Znajdujemy się wśród spektakularnych gwiazd typu O: najgorętszych, najjaśniejszych, najbardziej niebieskich i masywnych, a jednocześnie najrzadszych. Ta ostatnia cecha sprawia, że obiekty typu O nie rzucają się zbytnio w oczy na rozgwieźdzonym niebie: tylko cztery osiągają blask 2 mag. Szczęśliwie dwie z nich bardzo łatwo zidentyfikować: to δ i ξ Orionis, para zewnętrznych gwiazd

ze słynnego pasa Oriona. Obie są układami podwójnymi — pierwszy przyciągający składnika O9 zawiera olbrzyma B0, drugi jest zdominowany przez nadolbrzyma typu O9,5Ibe. Na pierwszy rzut oka obie gwiazdy są zresztą bardzo podobne do środkowego składnika pasa Oriona, ε Ori (B0Iae). Pozostałe dwie jasne gwiazdy typu O znane są obserwatorom z południowej półkuli: to ξ Puppis, nadolbrzym O5Iaf oraz γ² Velorum ze składnikiem O7,5e. Układ γ Velorum jest bardzo wdzięcznym obiektem nawet dla niewielkich teleskopów — zawiera cztery składniki

niki odkryte wizualnie, natomiast sama γ^2 Velorum kryje w sobie ponadto gwiazdę Wolfa-Rayeta (patrz niżej), jedyną na całym niebie dostrzegalną gołym okiem. ξ Pup i γ Vel stanowią część mgławicy Gum — pozostałości po wybuchu gwiazdy supernowej.

Już omawiając gwiazdy typu B, wspomnieliśmy, że są one w stanie podbudować do świecenia otaczającą je materię gazowo-pyłową. Jest to jeszcze bardziej widoczne w przypadku gwiazd O — te młode i jasne obiekty są odpowiedzialne za świecenie materii zawartej w ramionach spiralnych galaktyk oraz w obszarach aktywności gwiazdotwórczej. Za najjaśniejszą gwiazdę typu O można uznać HD 93129A, obiekt siódmej wielkości w mgławicy Carina, w pobliżu słynnej zmiennej η Carinae (patrz „Urania-PA” 5/2001). Wprawdzie na naszym diagramie HR (rys. 1) gwiazda HD 93129A leży niżej niż najjaśniejszy obiekt typu B (Cyg OB2 No.12), trzeba jednak pamiętać, że na osi rzędnych odłożona jest tu wizualna jasność absolutna. Ponieważ większość promieniowania najgorętszych gwiazd przypada na ultrafiolet, gwiazda HD 93129A jest w rzeczywistości o 0,3 mag. jaśniejsza (biorąc pod uwagę całkowity blask) od Cyg OB2 No.12 i może ubiegać się o tytuł najjaśniejszej gwiazdy w naszej Galaktyce.

W typie widmowym O wyraźniejsze stają się absorpcje HeII, linie wodoru powoli słabną, zaś HeI — zanikają; wskaźnikiem podtypu może więc być stosunek linii HeII do HeI. W widmach O często wyraźnie uwidaczniają się linie emisyjne (por. rys. 2) — gwiazdy produkują tak dużo energii, że zjawiskiem powszechnym staje się znacząca utrata masy, w wyniku której dochodzi do utworzenia wokółgwiazdowych otoczek. Gwiazdy typu O z liniami emisyjnymi wodoru oznaczamy jako Oe, zaś gdy w emisji obserwuje się HeII 468,6 nm i NIII 463,4 oraz 464,0 nm, mówimy już o gwiazdach Of. Ekstremalny przypadek stanowią gwiazdy Wolfa-Rayeta z licznymi szerokimi pasmami emisyjnymi w widmie



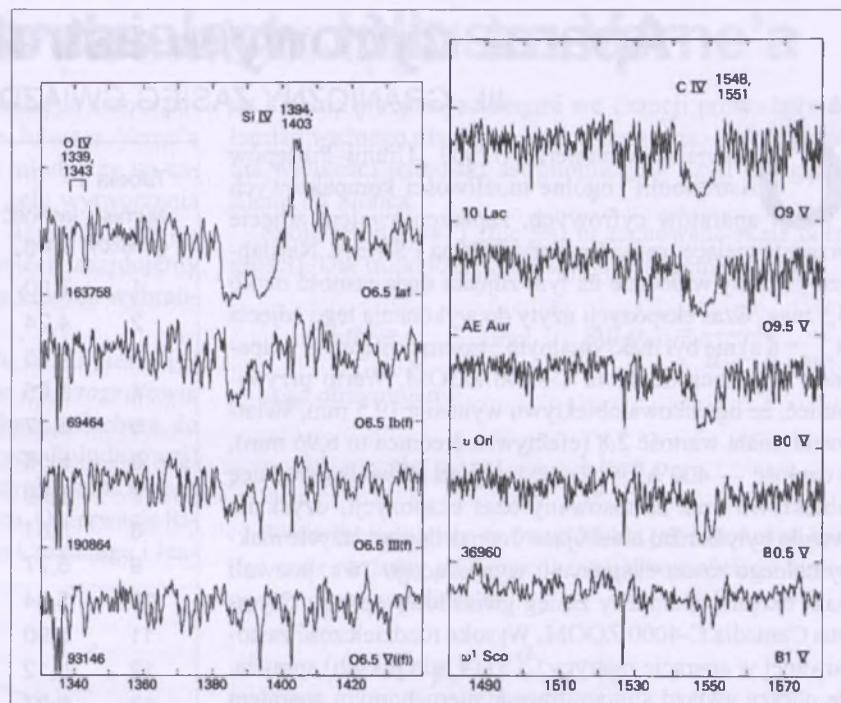
Rys. 1. Diagram HR dla gwiazd typu O (wg J. Kaler)



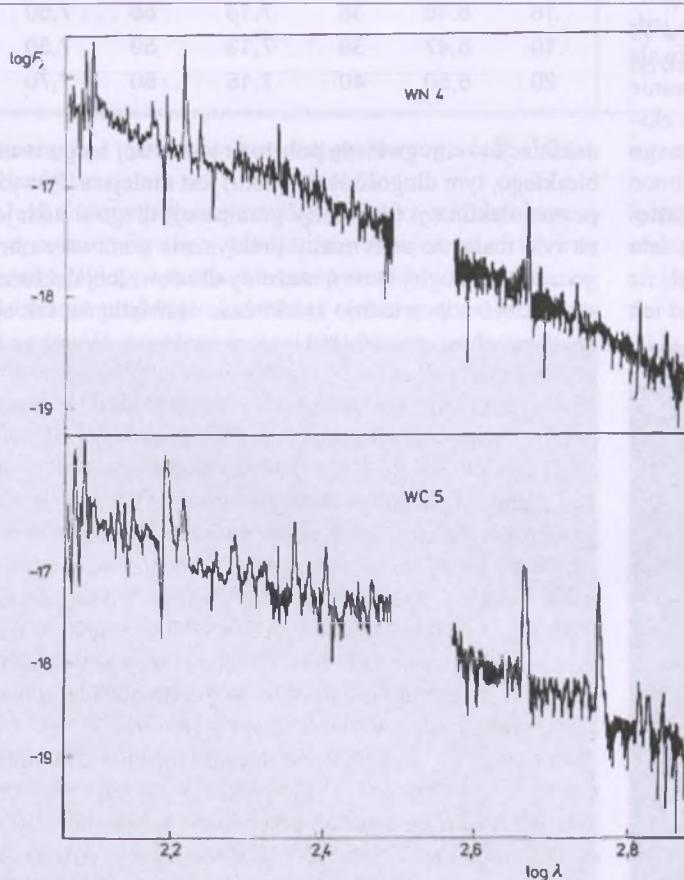
(rys. 3). Tracą one materię tak intensywnie, że w zasadzie nie obserwujemy samej świecącej powierzchni gwiazdy, ale widmo rozszerzającej się gazowej otoczki. Więcej na ich temat można znaleźć w „Uranii-PA” 2/01.

Gwiazdy typu O wykazują tendencję do grupowania się z gwiazdami wczesnych podtypów B w tzw. asocjacje. Są to układy kilkunastu lub kilkudziesięciu gwiazd w obszarach o rozmiarach kilkuset parseków. Niekiedy częścią (zwykle centralną) takiej asocjacji może być gromada otwarta, również z gwiazdami typu O. Jednak w przeciwieństwie do gromad otwartych, asocjacje nie są układami trwałymi. Gwiazdy wchodzące w ich skład, choć powstały mniej więcej równocześnie z tego samego ogromnego kompleksu materii międzygwiazdowej, stopniowo oddalają się od siebie, tak więc asocjacje ulegają po pewnym czasie rozproszeniu.

Gwiazdy typu O odnajdziemy w najpiękniejszych obszarach HII



Rys. 2. Fragmenty ultrafioletowych widm gwiazd typu O i wczesnych podtypów B. Widoczne są profile linii SiIV 140,3 nm odpowiadające różnym klasom jasności (od nadolbrzymów do gwiazd ciągu głównego) oraz linii CIV 155,1 nm dla różnych podtypów



Rys. 3. Przykładowe widma gwiazd Wolfa-Rayeta w zakresie długości fali 115-760 nm. Strumień wyrażono w jednostkach bezwzględnych

i mgławicach dyfuzyjnych: M42 w Orionie, mgławicy Trójkątnej (M20), w mgławicach: Laguna (M8), Omega (M17), Rozeta i Ameryka Północna — wszystkie, jak można się domyślać, położone są niemal dokładnie w płaszczyźnie Drogi Mlecznej.

I tak oto dotarliśmy do szczytu schematu klasyfikacji widm gwiazd. Obrany przez nas kierunek — od M do O — jest przeciwny od podanej zwykle sekwencji typów: OBA-FGKM (uzupełnionej ostatnio, jak informowaliśmy w numerze 2/02, o dwie nowe klasy, L i T). Taka kolejność bardziej logicznie odpowiada jednak liczebności gwiazd w Galaktyce, odnajdujemy w niej bowiem 72% gwiazd typu M, 14% typu K, 9% typu G, 4% typu F i ok. 1% typu A. Jak łatwo policzyć, to już 100%! A gdzie miejsce dla gwiazd typów B i O? To nie pomyłka, gwiazdy typu B stanowią bowiem ok. 0,1% słońca, zaś gwiazdy typu O to prawdziwa rzadkość — ich odsetek szacuje się na 0,00004% (!).

Podsumowując nasz cykl omawiający wybrane obserwacyjne aspekty badań świata gwiazd możemy stwierdzić, że mimo przeszło stu lat klasyfikacji i analiz spektroskopowych, również na tym astronomicznym poletku wciąż pozostaje wiele do zrobienia.

(kr)

Aparat cyfrowy w astrofotografii

III. GRANICZNY ZASIĘG GWIAZDOWY

O mawiając w numerze 1/2003 „Uranii–Postępów Astronomii” ogólne możliwości kompaktowych aparatów cyfrowych, zaprezentowałem zdjście przedstawiające gwiazdozbiory Delfina i Strzały. Najsłabsze gwiazdy widoczne na tym zdjściu mają jasność około 5,5 mag. Czas ekspozycji użyty do wykonania tego zdjęcia ($t_{eksp} = 8$ s) nie był maksymalnym czasem dostępnym w aparacie Olympus Camedia C-4000 ZOOM. Warto przypomnieć, że ogniskowa obiektywu wynosiła 19,5 mm, światłościa miała wartość 2,8 (efektywna średnica to 6,96 mm), a czułość — 400 ASA. Zważywszy na niewielką średnicę obiektywu oraz zastosowany czas ekspozycji, uzyskane wyniki były bardzo obiecujące. Jednak dopiero użycie maksymalnego czasu ekspozycji, wynoszącego 16 s, pozwoli nam określić graniczny zasięg gwiazdowy aparatu Olympus Camedia C-4000 ZOOM. Wysoka rozdzielczość zastosowanej w aparacie matrycy CCD (4 mln pikseli) sprawia, że obrazy gwiazd sfotografowane nieruchomym aparatem przy użyciu maksymalnej ogniskowej (19,5 mm) oraz maksymalnego czasu ekspozycji (16 s) są wydłużone. Natomiast zastosowanie identycznego obiektywu oraz czasu ekspozycji w przypadku użycia kliny fotograficznej da praktycznie punktowe obrazy gwiazd. Oczywiście wielkość przesunięcia obrazu gwiazdy na obu detektorach jest jednakowa, jednak znacznie wyższa rozdzielcość matrycy CCD pozwala uwidoczyć taki ślad. Z tego też powodu fotografowanie powyższym aparatem przy użyciu tak długich czasów ekspozycji wymaga zastosowania montażu paralaktycznego z mikroruchami lub mechanizmem zegarowym.

Istnieje jednak możliwość określenia granicznego zasięgu gwiazdowego bez użycia takiego montażu. W tym celu należy wykorzystać fakt, że długości śladów gwiazd, na zdjściu wykonanym nieruchomym aparatem, zależą od ich

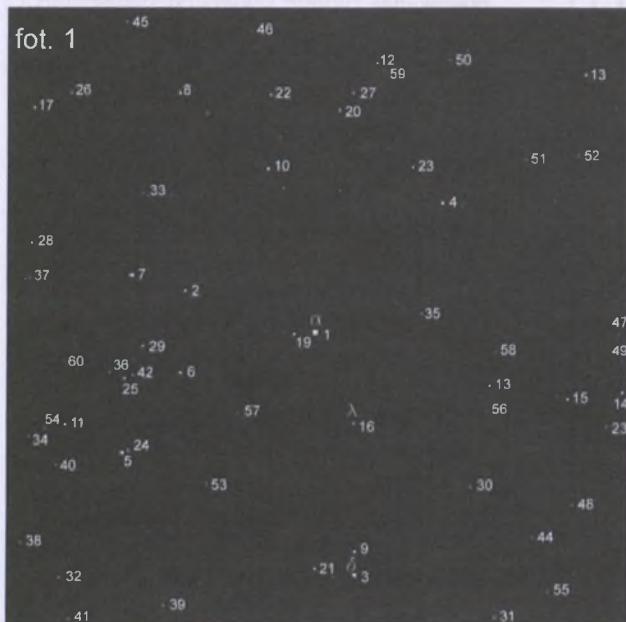


Tabela 1

Numer gwiazdy	Jasność gwiazdy (mag.)	Numer gwiazdy	Jasność gwiazdy (mag.)	Numer gwiazdy	Jasność gwiazdy (mag.)
1	2,00	21	6,54	41	7,2
2	4,24	22	6,56	42	7,20
3	4,35	23	6,59	43	7,22
4	5,05	24	6,59	44	7,23
5	5,27	25	6,61	45	7,30
6	5,56	26	6,66	46	7,30
7	5,59	27	6,69	47	7,31
8	5,61	28	6,73	48	7,31
9	5,77	29	6,75	49	7,33
10	5,84	30	6,87	50	7,36
11	5,90	31	6,89	51	7,40
12	6,12	32	6,90	52	7,41
13	6,27	33	6,99	53	7,42
14	6,28	34	7,09	54	7,42
15	6,33	35	7,10	55	7,45
16	6,34	36	7,11	56	7,46
17	6,45	37	7,13	57	7,46
18	6,46	38	7,13	58	7,50
19	6,47	39	7,13	59	7,50
20	6,50	40	7,15	60	7,70

deklinacji — im gwiazda położona jest bliżej bieguna niebieskiego, tym długość śladu (łuku) jest mniejsza. Powyżej pewnej deklinacji (deklinacji granicznej) długość łuku jest na tyle mała, że otrzymamy praktycznie punktowy obraz gwiazdy. Z drugiej strony, możemy dla dowolnej deklinacji wyznaczyć odpowiednio krótki czas naświetlania, tak aby uzyskany obraz gwiazdy był jeszcze punktowy. Wynika z tego, że w przypadku fotografowania okolic gwiazdy α UMi (Gwiazda Polarna) można użyć znacznie dłuższych czasów ekspozycji niż w przypadku gwiazd leżących w pobliżu równika niebieskiego. Jeśli przyjmiemy czas ekspozycji równy 16 sekund i ogniskową obiektywu równą 19,5 mm, to długości łuków zakreślonych przez gwiazdy o deklinacjach 0, 30, 60, 80, 89 stopni kątowych wyniosą odpowiednio: 0,023, 0,020, 0,011, 0,004, 0,0004 mm. Rozmiary piksela na matrycy CCD wynoszą około $0,005 \times 0,005$ mm. Jeśli założymy, że dopuszczalna długość śladu gwiazdy powinna być mniejsza od rozmiarów piksela, to dla omawianego przykładu graniczna wartość deklinacji wyniesie 77° .

Jak słabe gwiazdy może zarejestrować aparat Olympus Camedia C-4000 ZOOM ($t_{eksp} = 16$ s, $f_{ob} = 19,5$ mm, czułość 400 ASA)? Fotografia 1 przedstawiająca okolice Gwiazdy Polarnej ($10^\circ \times 10^\circ$) stanowi odpowiedź na to pytanie. Na zdjściu tym najsłabsze gwiazdy mają jasność około 7,5 mag. Jasności wizualne (w paśmie V) dla 60 gwiazd zarejestrowanych na tym zdjściu przedstawione są w tab. 1. Czy za

Astronomia w dziełach Juliusza Verne'a

Nazwisko światowej sławy francuskiego autora powieści fantastycznonaukowych Juliusza Verne'a (1828–1905) przyciąga uwagę młodzieży na całym świecie. Można to wykorzystać w celu tworzenia u młodzieży motywacji do uczenia się fizyki, a w jej ramach również astronomii. W jego dziełach znajdujemy opisy wielu zjawisk astronomicznych, z których wybraliśmy tylko kilka.

W dziele *Les grands navigateurs du XVIII siècle* [1] w pierwszym rozdziale *Astronomowie i kartografowie* Verne opisuje wyprawę astronoma Johanna Richera do Cayenne (Gujana Francuska w Ameryce Południowej) w celu przeprowadzenia obserwacji opozycji Marsa i w ich następstwie wyznaczenia paralaksy Słońca. Obserwacje Richera wraz z obserwacjami Giovanniego Cassiniego i Je-

na Picarda przeprowadzonymi we Francji prowadziły do bardzo ważnego dla astronomii osiągnięcia — wyznaczania wielkości jednostki astronomicznej, czyli odległości Ziemi od Słońca.

Spójrzmy na rys. 1 (nie jest tu zachowana skala odległości). Dla trójkątów prostokątnych możemy zapisać:

$$\sin p_s = \frac{r}{a} \quad \text{oraz} \quad \sin p_M = \frac{r}{a' - a}$$

skąd otrzymujemy

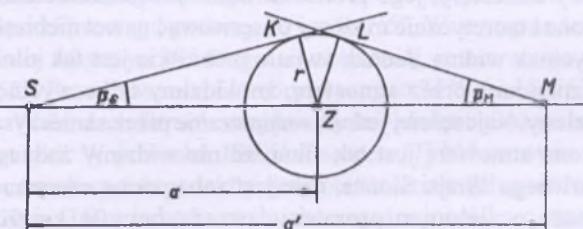
$$\sin p_s = \left(\frac{a'}{a} - 1 \right) \sin p_M.$$

Ponieważ paralaksy zarówno Marsa jak i Słońca są bardzo małe możemy ich sinusy zastąpić wartościami kątów wyrażonymi w radianach

$$p_s = \left(\frac{a'}{a} - 1 \right) p_M.$$

Jak widać, przy znajomości względnych odległości Ziemia-Słońce i Ziemia-Mars pomiar paralaksy Marsa pozwala wyznaczyć paralaksę Słońca. Otrzymano wówczas $p_s = 9,5''$ i następnie $\text{AU} = 138 \cdot 10^6 \text{ km}$.

W dalszej części rysunek przedstawia podstawy metody wyznaczenia jednostki astronomicznej na podstawie obserwacji przejścia Wenus na tle tarczy słonecznej. Tę me-



Rys. 1

pomocą tego aparatu można sfotografować jeszcze słabsze gwiazdy?

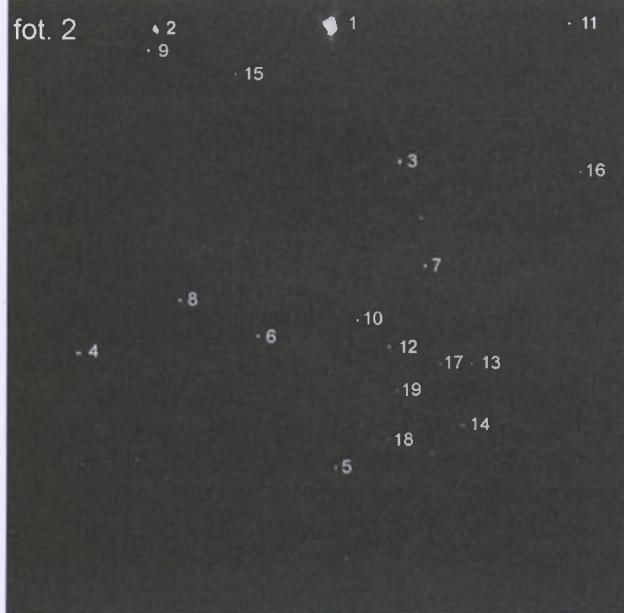
Jeśli chcemy poszerzyć zasięg gwiazdowy kompaktowego aparatu cyfrowego, powinniśmy zwiększyć efektywną średnicę takiego aparatu. Można to zrealizować poprzez zastosowanie projekcji okularowej opisanej w ostatnim nu-

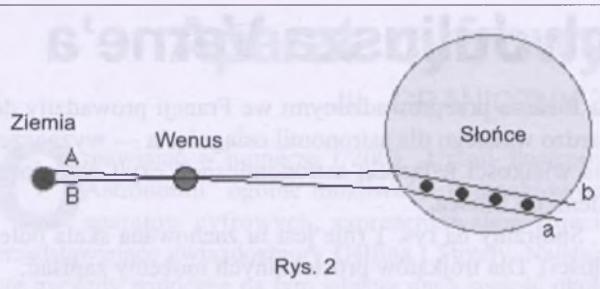
merze „Uranii–Postępów Astronomii”. Użycie teleskopu lub teleskopu nie tylko zwiększy efektywną ogniskową, ale także efektywną średnicę, co wpłynie na wzrost zasięgu. Dla opisanego w poprzednim wydaniu „Poradnika obserwatora” układu optycznego ($d_{\text{ob}} = 100 \text{ mm}$, $f_{\text{ef}} = 780 \text{ mm}$) oraz czasu ekspozycji równego 16 s, wartość granicznej deklinacji wynosi $89,7^\circ$. Jeśli użyjemy powyższego układu optycznego wraz z aparatem Olympus Camedia C-4000 ZOOM, czasu ekspozycji wynoszącego 16 s oraz czułości 400 ASA, to na zdjęciu przedstawiającym okolice Gwiazdy Polarnej (fot. 2: $1,5 \times 1,5^\circ$) najsłabsze gwiazdy będą miały jasność około 11 magnitudo! Jasności wizualne 19 gwiazd zaznaczonych na tym zdjęciu przedstawione są w tab. 2.

Wiesław Skórzyński

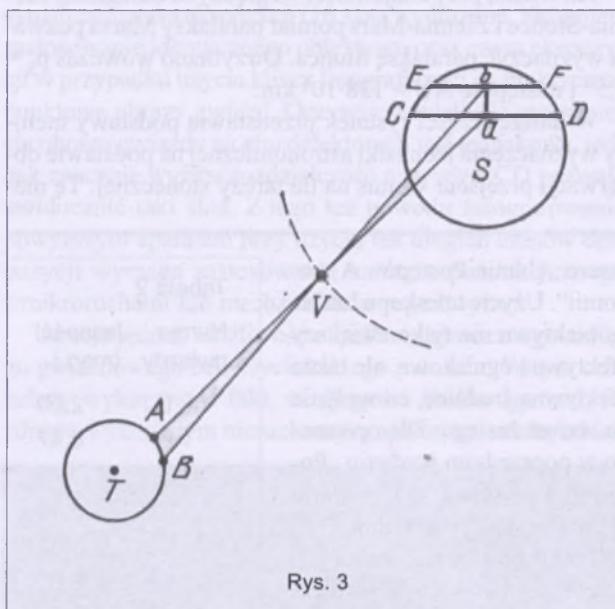
Tabela 2

Numer gwiazdy	Jasność (mag.)
1	2,00
2	6,47
3	8,11
4	8,16
5	8,48
6	8,61
7	8,84
8	8,85
9	8,94
10	9,21
11	9,30
12	9,61
13	9,67
14	9,80
15	9,81
16	10,44
17	10,90
18	10,90
19	11,20





toż zaproponował jeszcze Edmund Halley w 1716 r. [2]. Płaszczyzna orbity Wenus jest nachylona do płaszczyzny ekliptyki pod kątem $3,39^\circ$, zatem wygodny do obserwacji jest moment, gdy Wenus znajduje się w pobliżu węzła orbity. Metoda polega na dokładnym wyznaczeniu momentów, w których Wenus styka się z dyskiem Słońca (rys. 2). Różnica tych momentów to czas przejścia Wenus po tarczy Słońca t_A (t_A dochodzi do 7 godzin, gdy Wenus przekształca się w średnicę słonecznego dysku). Jeśli miejsca obserwacji znajdują się na różnych szerokościach geograficznych, to gdy dla obserwatora z punktu A Wenus przejdzie po drodze CD, to dla obserwatora z punktu B po drodze EF (rys. 3).



Ponieważ $\angle aVb = \angle AVB$, ze znajomości odległości AB możemy obliczyć odległość Ziemia-Wenus i odległość Ziemia-Słońce. Tą metodą uzyskano paralaksę Słońca $p_S = (8,3'' - 8,8'')$.

W rozdziale III *Wyprawy kapitana Cooka* znajdujemy wzmiankę o wyprawie, która miała za cel obserwacje przejścia Wenus na tle tarczy słonecznej w 1769 r. Razem z Jamesem Cookiem na statku Endeavour płynął James Green, asystent Jamesa Bradleya, dyrektora obserwatorium w Greenwich, który miał prowadzić obserwacje. 3 czerwca z powodzeniem dokonano obserwacji w czasie od godziny 9^{21} do 15^{10} na jednej z wysepek archipelagu Tahiti. Następnie, 10 listopada obserwowano podobne przejście Merkurego przed tarczą Słońca. Ponieważ przejście We-

nus było obserwowane z różnych miejsc na Ziemi, możliwe było wyznaczenie odległości Ziemia-Wenus metodą paralaks. Uściślenie wartości jednostki astronomicznej uściśliło równocześnie naszą wiedzę o rozmiarach Układu Słonecznego.

Kolejnym zjawiskiem astronomicznym będącym głównym tematem powieści Juliusza Verne'a *Le rayon vert (Zielony promień)* [3] jest zielono zabarwione Słońce (zobacz zdjęcie na s. IV kolorowej wkładki), dość rzadko dające się zaobserwować w czasie wschodu lub zachodu przy dużej czystości atmosfery, szczególnie na morzu. Młoda bohaterka powieści organizuje wyprawę na obserwację zjawiska. Atmosfera ziemska jest dla nas ogromnym powietrznym pryzmatem. Przy obserwacji Słońca nisko nad horyzontem patrzmy na nie przez pryzmat, w którym dochodzi do rozszczepienia światła. Jeśli Słońce jest wyżej nad horyzontem, jasność dysku znacznie przewyższa jasność barwnych pasm i ich nie widzimy. Ale w czasie zachodu, gdy światło Słońca przechodzi przez gęste warstwy atmosfery, jego promieniowanie jest znacznie osłabione i teoretycznie możemy obserwować nawet niebieski wycinek widma. Jednak światło niebieskie jest tak silnie rozpraszane przez atmosferę, że widzimy tylko wycinek zielony. Najczęściej jednak rozpraszanie przez zanieczyszczoną atmosferę jest tak silne, że nie widzimy żadnego barwnego skraju Słońca, całe jest zabarwione czerwono. Sporo o zielonym promieniu przeczytamy w książce M. Minnaerta [4].

Powieścią silnie związaną z astronomią jest też *Hector Servadac* [5]. Jej bohaterowie znajdują się na planetoidzie Galia. Z treści wynika, że okres obiegu planetoidy wynosi 2 lata, a w aphelium znajdowała się w odległości 1 056 000 000 km od Słońca. Tu jednak Juliusz Verne popełnił błąd. Taka planetoida nie może istnieć. Jak wynika z III prawa Keplera, planetoida o okresie obiegu 2 lata, spełniając równanie

$$\frac{a_z^3}{T_z^2} = \frac{a_g^3}{T_g^2}$$

powinna mieć wielką półosę orbity a_g równą 1,59 AU.

Jedną z genialnych przepowiedni autora jest stwierdzenie, że planetoida Galia posiada własny księżyc. Nie tak dawno znaleziono podobny układ (fot.). Jest to planetoida Ida (56 km) i jej satelita Daktyl (1,4 km).



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

W powieści *L'île Mystereuse (Tajemnicza wyspa)* [6] rozbitkowie znaleźli się na odległej wyspie na Oceanie Spokojnym. Starają się ustalić jej położenie. Do wyznaczenia szerokości geograficznej inżynier Cyrus Smith wykorzystuje znaną mu regułę:

szerokość geograficzna = wysokość bieguna niebieskiego nad horyzontem.

Do wyznaczenia wysokości bieguna południowego posłużył się gwiazdą α Crucis (Acrux), o której wiedział, że znajduje się w odległości 27° od bieguna. Otrzymał stąd szerokość geograficzną wyspy 37° .

Długość geograficzną wyznaczył Smith 15 kwietnia, ponieważ wiedział, że w tym dniu czas prawdziwy słoneczny nie różni się od czasu średniego. Słońce przechodzi przez miejscowy południk w prawdziwe południe. Praktycznie należało wyznaczyć moment najkrótszego cienia pionowej tyczki. Dalsze postępowanie było możliwe, gdyż rozbitkowie mieli zegarek wskazujący nadal czas waszyngtoński. Moment najkrótszego cienia wypadł o godzinie 5 czasu waszyngtońskiego. Ponieważ Słońce przemieszcza się o 15° w ciągu godziny. $15^\circ \times 5 = 75^\circ$, Waszyngton leży mniej więcej na 77° długości zachodniej, zatem wyspa na 152° . Prawdziwe współrzędne wyspy to $34^\circ 57'$ i $150^\circ 57'$.

W dziełach Verne'a znajdziemy też odniesienia do astronautyki. W powieści *Wokół Księżyca* [7] bohaterowie są wystrzeliani w podróż przez potężne działa (długość lufy 250 m, 160 t ładunku wybuchowego) w pocisku o masie 8 t, osiągając prędkość 16 km/s. Atmosfera Ziemi spowalnia lot pocisku do 11 km/s (druga prędkość kosmiczna). Łatwo policzymy przyspieszenie, jakiego doznają podróżnicy w czasie przelotu przez lufę działa. Wynik jest szokujący — ok. $640\,000 \text{ km/s}^2$! Jak wiadomo, dobrze wytrenowany astronauta może (w krótkim czasie) znieść przyśpieszenie 10g, czyli ok. 100 m/s^2 . Drugi problem, z którego Verne nie zdawał sobie prawdopodobnie sprawy, to osłona termiczna pocisku (problem nie rozwiązany do końca do dziś). Podobną podróż (w pocisku) opisuje też polski autor Żuławski [8]. Obaj popełniają ten sam błąd, twierdząc, że podróżnicy odczuwają stan nieważkości jedynie w czasie przelatywania przez punkt, w którym równoważą się siły grawitacyjne Ziemi i Księżyca.



Planetoida Gaspra i jej satelita Daktyl. Fot. NASA

Uwaga, Kudłacze!

Zarząd Główny i Oddział Krakowski PTMA informują, że termin Zlotu Obserwacyjnego PTMA „Kudłacze 2003” (ogłoszonego „Urania-PA” 2/2003, s. 87) ulega zmianie. Zlot odbędzie się w dniach 22–31 sierpnia 2003. Zainteresowani proszeni są o kontakt z Januszem Pleszką, e-mail: jpleszka@astrokrak.pl, tel. (0-12) 413-55-26.

Wakacyjny obóz obserwacji meteorów – dla początkujących

Pracownia Komet i Meteorów zaprasza do udziału w obozie obserwacyjnym, który odbędzie się w dniach 23 czerwca – 6 lipca 2003. Podczas obozu będzie możliwość nauki obserwacji meteorów (różnymi technikami) oraz analizy danych.

Na zgłoszenia czekamy do dnia 10 czerwca 2003. Ilość miejsc ograniczona. Swój akces i pytania prosimy kierować na adres:

Obserwatorium Astronomiczne
Uniwersytet Warszawski
Al. Ujazdowskie 4
00-478 Warszawa

koniecznie z dopiskiem „PKiM” lub pocztą elektroniczną: pkim@astrouw.edu.pl

Więcej informacji o obozie i PKiM na stronie:
<http://www.astrouw.edu.pl/~olech/pkim>

Juliusz Verne nie był astronolem, mimo to wybrał ciekawe zjawiska astronomiczne i dość poprawnie o nich pisał. Mamy nadzieję, że również nasz artykuł jest w miarę poprawny.

Juliusz Domański, Toruń
Vladimir Štefl, ÚTFA, PF MU Brno

Literatura:

- [1] J. Verne, *Námořní kapitáni XVIII. století*, Brno 2001.
- [2] E. Halley, *A new Method of determining the Parallax of the Sun, or his distance from the Earth*. Philosophical Transactions Vol. XXIX (1716). Sec. R. S. No 348, p.454. Translated from the Latin.
- [3] J. Verne, *Zelený paprsek*, Brno 2001.
- [4] M. Minnaert, *Światło i barwa w przyrodzie*, Warszawa 1961.
- [5] J. Verne, *Hector Servadac*, Gdynia 1990.
- [6] J. Verne, *Tajemnicza wyspa*, Kraków 2000.
- [7] J. Verne, *Wokół Księżyca*, Warszawa 1975.
- [8] J. Żuławski, *Stara Ziemia*, Warszawa 1947.



Zdjęcia wykonane z nagrania video zakrycia Aldebarana. Obserwacja wykonana przez Kazimierza Borkowskiego po XVII Konferencji obserwatorów SOPiZ w Łodzi

Spotkanie obserwatorów SOPiZ

Specjalistyczne Ognisko Pracy Po-
zazszkolnej Planetarium i Obser-
watorium Astronomiczne w Łodzi goś-
ciło 22 lutego 2003 r. członków Sek-
cji Obserwatorów Pozycji i Zakryć Pol-
skiego Towarzystwa Miłośników Astro-
nomii. Seminarium robocze miało na
celu przygotowanie merytoryczne dla
XXII Konferencji SOPiZ, która jest orga-
nizowana przez Oddział Krośnieński
PTMA w Przysietnicy koło Brzozowa,
w dniach od 13-15 czerwca 2003 r.

Seminarium poprzedził wykład dla
dzieci, młodzieży szkolnej i obserwa-
torów na temat „Astronomia w służbie
nawigacji”, który dyrektor Łódzkiego
Ośrodka Mieczysław Borkowski przedstawił na platformie widokowej
i obserwacyjnej Planetarium. Szczególne
zainteresowanie wzbudziła metoda
wyznaczania współrzędnych geogra-
ficznych za pomocą 24 satelitów roz-
mieszczonych na sześciu orbitach
kołowych, po cztery na każdej, na wy-
sokość ok. 20 200 km. Każdy satelita
wysyła swój sygnał do odbiorników obserwatorów. Do określenia dokładne-
go położenia odbiornik potrzebuje
sygnałów z czterech satelitów. Obser-
wator za pomocą odbiornika GPS (Glo-
bal Positioning System — Globalny
System Lokalizacyjny), określa swoje
położenie na podstawie wyznaczonego
przez odbiornik czasu, jaki upłynął od
wysłania sygnału przez satelitę do jego
dotarcia do odbiornika. Odległości do
satelitów i ich współrzędne są wystarczającymi danymi do wyznaczenia po-
łożenia geograficznego obserwatora
z odbiorikiem. O zasadniczym zna-
czeniu pomiarów współrzędnych geo-
graficznych dla określenia stanowisk
obserwacyjnych, członkowie SOPiZ
mówią przy każdej okazji. Podkreślają

również znaczenie służby czasu. W celu
zapewnienia absolutnej dokładności
pomiarów czasu na terenie Europy Phy-
sikalischer Technischert Bundesanstalt
(Państwowy Instytut Standardów)
w Brunszwiku (Niemcy) wytwarza za
pomocą sześciu zegarów atomowych
sygnał czasu, który przesyła do Main-
flingen. Nadajnik sygnałów radiowych
DCF77 umieszczony w Mainflingen
koło Frankfurtu nad Menem nadaje syg-
nały czasu na częstotliwości 77,5 kHz.
Zasięg nadajnika wynosi ok. 1500 km.
Dla Polski, w warunkach trudnego od-
bioru stacji w Mainflingen, Leszek Be-
nedyktołowicz poleca inne urządzenie:
emulator DCF77 zrealizowany za po-
mocą odbiornika GPS. W trakcie Se-
minarium Leszek Benedyktołowicz po-
informował, że zainicjował pierwsze
próby z nowym systemem GPS w ra-
mach służby czasu. Stwierdził, że urzą-
dzenie może być podstawione do ka-
żdego rejestratora czasu, którym
dotychczas steruje moduł DCF77.
Można go odłączyć i na jego miejsce
włącza się GPS (emulator GPS2DCF).
Zestaw emulatora DCF77 składa się
z anteny GPS oraz sterownika emula-
tora wraz z odbiornikiem sygnału GPS.
Sterownik i odbiornik są umieszczone
w jednej obudowie. Emulator sygnału
DCF77, opierając się na sygnale GPS,
daje sygnały do stopera elektronicz-
nego lub insertera, który miksuje cy-
frowy lub graficzny zapis czasu z ob-
razem video. Opracowany obraz
przebiegu rejestrowanego w czasie
zjawiska zapisuje magnetowid. Do-
kładne pomiary względem sygnału RWM (radiowego z Moskwy) i DCF77
wykazują różnice mierzone w milise-
kundach. Jest to wystarczające dla wy-
konania precyzyjnych obserwacji za-

kryć. Antena urządzenia GPS wyłapuje sygnały satelitów, które widzi na niebie i w sposób ciągły monitoruje odbierany sygnał czasu. Widać, jak w trakcie odbioru koryguje informacje z satelitów, ale na wyjściu daje sygnały zgodne z RWM i DCF77. Leszek Benedyktowicz stwierdził, iż jest to przełom w naszej służbie czasu, choć nie ukrywał, że kosztowny. Dzięki temu urządzeniu zakończą się problemy z sygnałami DCF77, które lubią zanikać lub być zakłócone w najbardziej niepożądanym momencie.

Obrazy seminarium roboczego nie zawierały wyłącznie samych atrakcyjnych informacji merytorycznych dla obserwatorów zjawisk zakryciowych, które zostaną dokładnie omówione na trzydniowej Konferencji SOPiZ w Przysietnicy. Należało omówić również sprawy organizacyjne w ramach działań Sekcji. Przewodniczący SOPiZ, dr hab. Marek Zawilski wyraził zadowolenie z łódzkiego seminarium i z sentymentem wspomniał czasy, gdy takie spotkania robocze były cykliczne. Zaproponował, by powrócić do tej tradycji. Omówiono zakres obowiązków przewodniczącego SOPiZ, problem wydawania „Materiałów” oraz kontaktu z „Uranią – Postępami Astronomii”.

Po omówieniu spraw organizacyjnych Sekcji pozostał czas, by powrócić do propozycji programowych na Konferencję, merytorycznie związanych z obserwacjami astronomicznymi. Szczególnie ciekawe propozycje przedstawili koledzy Paweł Maksym i Wojciech Burzyński. Młodzi i zdolni obserwatorzy nie proponowali rewolucji

w działalności SOPiZ, raczej zobowiązali się do wykonania nowych zadań. Paweł Maksym uznał, że należy prowadzić działania w Sekcji w celu zwiększenia liczby obserwacji zakryć asteroidalnych. Stwierdził ponadto, że trudno uzyskać tak dobre współrzędne geograficzne, by schodzić z dokładnością obserwacji w granice milisekund. Założył, że już nie uda się nam skutecznie dołączyć do akcji PHEMU 2003 (obserwacji zakryć w układzie księżyców Jowisza), ale sam wykona obserwacje w celach dydaktycznych. Wojciech Burzyński zaproponował napisanie „Poradnika obserwatora zakryć brzegowych”, przedstawiając tematykę, jaką „Poradnik” będzie obejmował: omówienie celowości i przydatności naukowej obserwacji brzegowych, źródła efemeryd zjawisk brzegowych, dostępne programy generujące efemerydy zakryciowe, interpretację efemerydy zjawiska pod kątem jego widoczności, przebiegu i rozmięcenia stanowisk obserwacyjnych. Będzie określał niezbędny sprzęt obserwacyjny optyczny, elektroniczny (magnetowid, kamery), radiowy i podstawową służbę czasu. Pomyśl napisania aktualnego „Poradnika” został przyjęty z wielkim uznaniem. Wojciech Burzyński przedstawił jeszcze inne pomysły na publikacje związane z obserwacjami SOPiZ: obserwacje zakryć gwiazd przez planety, przez księżyce planet oraz w układach księżyców planet. Zainteresował też uczestników seminarium obserwacjami bliskich przelotów asteroid koło Ziemi, podając źródło efemeryd zbliżeń asteroid do Ziemi i ich adresy internetowe. Sławomir Kruczkowski za-



Rozmowy w toku. Fot. R. Fangor

prezentował program Hewelianum w Gdańsku, twierdząc że jest to rozwiązanie zamkające problem finansowy zakupu indywidualnego sprzętu obserwacyjnego, w kontekście dalszych prac SOPiZ. Program Hewelianum ma wyposażyć obserwatorów SOPiZ w teleskopy, elektroniczny sprzęt pomiaru czasu lub współrzędnych geograficznych oraz magnetowidy i kamery rejestrujące zjawiska. Przedstawił zjawiska dyfrakcyjne jako sposób znacznego poszerzenia możliwości badań astronomicznych astronoma amatora, rozszerzając tematykę realizowanych programów badawczych SOPiZ poza zjawiska zakryciowo-zaćmieniowe. Uznał, że należy zintensyfikować nasze zainteresowanie zjawiskami dyfrakcji. Stwierdził również, że istnieje możliwość wydawania materiałów SOPiZ w Gdańsku — jednak uczestnicy seminarium wątpili, czy nie zachwieje to systematiczności w ich wydawaniu?

Po kilkugodzinnej dyskusji uczestnicy obejrzaли kilka ciekawych nagrań rejestrowanych obserwacji, między innymi: zakrycia Tethys (Wojciecha Burzyńskiego) i zakrycia brzegowego (Romana Fangora, ze stycznia 2003 r.).

Mieczysław Borkowski

XXII Konferencja Sekcji Obserwacji Pozycji i Zakryć PTMA

Doroczna konferencja SOPiZ odbędzie się w dniach 13-15 czerwca br. tym razem w Przysietnicy k. Brzozowa, około 40 km od Krosna.

Miejscem obrad będzie ośrodek wczasowy „Czardworek”.

Konferencję organizuje Oddział PTMA w Krośnie.

Członkowie SOPiZ zgłoszają swój udział wg stałej procedury.

Wszyscy inni zainteresowani mogą uzyskać więcej informacji i zgłaszać swój udział pocztą komputerową pod adresami e-mail: mrkzaw@ck-sg.p.lodz.pl., wslotwinski@halicz.com.pl.

lub telefonicznie u kol. Leszka Benedykowicza tel. 0 502 843 389, Wiesława Słotwińskiego tel. (013) 435 73 08 lub Grzegorza Kiełtyki tel. 0 603 478 361

Szczegóły na temat konferencji są zawarte na stronie WWW oddziału krośnieńskiego: <http://ptma-krosno.teleskoppy.pl/> oraz na stronie SOPiZ: <http://awa.mat.agh.edu.pl/~sopiz/>

XIX OMSA w Grudziądzku

Znadaniem wiosny tradycyjnie już Grudziądzkie Planetarium i Obserwatorium Astronomiczne staje się mekką młodych miłośników astronomii z całej Polski. Przez kolejne dni (w tym roku to 27-29 marca) kilkudziesięciu przedstawicieli szkół ponadgimnazjalnych, wyłonionych w drodze eliminacji i konkursów wojewódzkich, podczas Ogólnopolskiego Młodzieżowego Seminarium Astronomicznego dzieli się zdobytą wiedzą, a często także doświadczeniem i umiejętnościami w formie 15 min prezentacji. Próźno by szukać odpowiednika tej jedynej w swoim rodzaju imprezy wśród innych ogólnopolskich konkursów.

Jej idea zrodziła się przeszło 40 lat temu, kiedy odbywały się w Grudziądzku międzyszkolne seminaria astronomiczne i astronautyczne. Akcję stopniowo rozszerzano, najpierw na województwa Polski północnej (w latach 1975–1984 odbyły się 10 Międzywojewódzkich Młodzieżowych Seminarów Astronomicznych), a następnie na cały kraj. Finał w Grudziądzku jest ukoronowaniem jesienno-zimowej kampanii informacyjno-eliminacyjnej w poszczególnych województwach. Tę akcję organizują planetaria w Olsztynie i w Grudziądzku, a jej siłę napędową stanowią zaledwie dwie osoby: Małgorzata Śróbka-Kubiak z Grudziądzkiego Planetarium i Obserwatorium Astronomicznego oraz Kazimierz Schilling z Olsztyńskiego Planetarium i Obserwatorium Astronomicznego (wspólna platforma ich działań to Komisja Współpracy Planetariów Polskich przy ZG PTMA, a patronat finansowy obejmują m.in. Fundacja Astronomii Polskiej, Wydziały Oświaty Urzędów Miejskich, Kuratoria Oświaty, Urzędy Marszałkowskie, ODN-y, WOM-y, Zespół Szkół Technicznych w Grudziądzku). Organizatorami wojewódzkich konkursów i seminariów są Kuratoria Oświaty Urzędów Wojewódzkich oraz Ośrodki Metodyczne lub Ośrodki Dokształcania Nauczycieli (choć w praktyce i tu ciężar spoczywa niejednokrotnie na poszczególnych szkołach i nauczycielach od szeregu lat związanych z tym przedsięwzięciem). Opiekę merytoryczną nad seminariami sprawują Polskie Towarzystwo Astronomiczne, Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii i Polskie Towarzystwo Astronautyczne, które m.in. delegują zawodowych astronomów do jury w OMSA.

Naturalnie impreza nie miałaby racji bytu bez twórczego zaangażowania ze strony samej młodzieży. I tak — w tym roku szkolnym ponad 630 uczniów napisało referat na wybrany przez siebie temat z zakresu astronomii i astronautyki. Na podstawie pisemnych opracowań poszczególne komisje dokonały wyboru 170 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 33 referaty z 14 województw. Uczestników seminarium było znacznie więcej, gdyż i same referaty miały niekiedy 2-3 autorów, a prócz laureatów z poszczególnych województw przyjeżdżają też w charakterze kibiców

autorzy kolejnych wyróżnionych referatów oraz opiekunowie — zwykle nauczyciele, których podopieczni zostali wyróżnieni.

Uczestnicy tegorocznego seminarium, którzy przyjechali w przeddzień rozpoczęcia właściwych sesji, zostali miło przyjęci przez gospodarzy seansem w planetarium oraz obserwacjami prawdziwego, rozwieńżdzonego nieba. Dwa dni seminarium wypełniły prezentacje podzielone na III sesje: „Obserwacje nieba i tematy różne”, „Układ Słoneczny” oraz „Gwiazdy i Wszechświat”. Wykład inauguracyjny pt. „I tak będziemy latać w kosmos” wygłosiła dr Maria Pańkow, a na zakończenie o najnowszych odkryciach w dziedzinie kosmologii opowiedział doc Tadeusz Jarzębowski. W czasie przerwy pod pomnikiem Mikołaja Kopernika na placu Miłośników Astronomii złożono kwiaty, tam też wykonano pamiątkowe zdjęcia z tegorocznego OMSA.

Referatom przysłuchiwało się jury w składzie: dr Kazimierz Schilling — przewodniczący, dr Henryk Brancewicz, prof. Robert Głobocki, doc Tadeusz Jarzębowski, dr Maria Pańkow, dr Krzysztof Rochowicz, prof. Konrad Rudnicki i prof. Andrzej Woszczyk. 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. Niewątpliwym atutem tych pierwszych jest zaangażowanie emocjonalne autora (autorów) w prezentowane treści, pomimo niekiedy mało wymiernych rezultatów. Ważna jest jednak satysfakcja z samodzielnie wykonanej obserwacji oraz możliwość podzielenia się własnymi doświadczeniami z rówieśnikami i zachęcenia ich do podobnych prób. Wśród uczestników trafiają się i wytrawni obserwatorzy, świadomi tego, że opracowanie i przesłanie wyników obserwacji do odpowiedniej sekcji czy organizacji zrzeszającej miłośników astronomii nadaje ich pracy dodatkowy walor poznawczy. W tegorocznym seminarium mieliśmy nawet dwa referaty o charakterze badawczym, przygotowane dzięki współpracy ich autorów z profesjonalnymi ośrodkami naukowymi oraz zawodowymi astronomami. Mogłyby one z powodzeniem być prezentowane na specjalistycznych seminariach w każdym ośrodku astronomicznym.

Po zakończeniu sesji uczestnicy seminarium wraz z opiekunami udali się na seans w planetarium, zaś jurorzy zebraли się w celu przedyskutowania i ocenienia poszczególnych 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 ośmiu ocenach, najniższą uzyskaną notą mogło być więc 8 punktów (w praktyce każdy referat uzyskał więcej), zaś najwyższą — 80 (jednak i tej

maksymalnej noty tym razem nie przyznano). Jury postanowiło wyróżnić prezentacje, które w ocenie komisji zebrały ponad 54 punkty oraz jako oddzielną kategorię — młodzieżowych prac badawczych — wyodrębnić te prace, które (zdaniem jurorów) na to miano w pełni zasłużyły. Klasyfikacja czołówki wygląda następująco:

I miejsce — Piotr Wirkus z Lęborka (woj. pomorskie): „Obserwacje gazowych olbrzymów Jowisza i Saturna”;

II miejsce — Konrad Szaruga z Tyszowców (woj. lubelskie): „Badania słabych rojów meteorów”;

III miejsce — Łukasz Bytnar, Adam Fijołek i Rafał Junaga z Bochni (woj. małopolskie): „Życie plamy słonecznej”;

IV miejsce ex aequo — Barbara Okhuoya z Jeleniej Góry: „Ciemna materia — co ją może stanowić?” oraz Radosław Poleski z Kołobrzegu: „Fotometria z użyciem kamery CCD”;

V miejsce — Marcin Gronowski z Grudziądzka: „Wpływ atmosfery ziemskiej na obserwacje astronomiczne”;

VI miejsce — Radosław Mikołajczak z Ostrowa Wlkp.: „Planetarium — od Anaksymandra do ADLIP-a”;

VII miejsce — Katarzyna Adamczyk i Bartosz Nowak z Kościana: „Czarne dziury we Wszechświecie i naszej Galaktyce”;

VIII miejsce ex aequo — Kamila Wartejuk z Włodawy: „Kłopoty na peryferiach Układu Słonecznego”, Maciej Hermanowicz z Olsztyna: „Tajemnicza Czerwona Planeta, czyli zarys historii badań Marsa” oraz Jakub Jeziorkowski i Marcin Ziolkowski z Częstochowy: „Słońce — nasza gwiazda dzienna”.

W kategorii młodzieżowych prac badawczych I miejsce uzyskała Agata Karska z Inowrocławia za referat „Na tropie zmienności gwiazd”, zaś II miejsce Jakub Pietrzak i Marek Cieślar z Łodzi: „SG1: Badanie zmienności dużych obszarów nieba północnego”.

Specjalne gratulacje i podziękowania należą się nauczycielom, którzy sprawowali opiekę nad autorami nagrodzonych prac. Dyplomy za zaangażowanie i osiągnięcia w pracy dydaktycznej z uczestnikami OMSA otrzymali: Ireneusz

Mańkowski, Dorota Lechowicz-Staszkiewicz, Waldemar Lupa, Mirosław Trociuk, Maria Grzegorczyk, Feliks Nowaczyk, Barbara Cicha, Małgorzata Śróbk-Kubiak, Jacek Smoter, Stefan Kuna, Grzegorz Sęk i Lilla Wlaź.

Podczas uroczystości zakończenia seminarium laureaci zostali nagrodzeni lornetkami, aparatami fotograficznymi, akcesoriami i programami komputerowymi, pięknymi albumami, słownikami i encyklopédiami. Wszyscy uczestnicy uzyskali pamiątkowe dyplomy i nagrody książkowe. Imprezę zakończyło miłe spotkanie towarzyskie przy kawie. Wielu uczestników XIX OMSA wyjeżdżało z Grudziądzem wzbogaconych o nowe przyjaźnie i znajomości, cenne doświadczenia zdobyte dzięki prezentacji własnych projektów, a przede wszystkim z częścią serdecznej atmosfery, jaką niezmienne zapewniają nam organizatorzy i gospodarze seminarium. To właśnie sprawia, że w astronomicznym środowisku naszego kraju skrót OMSA nie jest nic nie mówiącym akronimem, ale działa jak magnes, ściągając pod niebieskie kopuły wieńczące dach gmachu Zespołu Szkół Technicznych w Grudziądzku rzesze miłośników astronomii. Wracają tu chętnie nawet po latach i jako studenci, i jako jurorzy, nierzadko też jako fundatorzy nagród, zawsze gotowi, by dzielić się z innymi, choćby tylko swoją wiedzą. Bo tego właśnie można się tutaj naprawdę uczyć.

Tegoroczne seminarium wieńczyło w pewien sposób obchody 70-lecia Gmachu, 50-lecia Szkoły i 30-lecia Planetarium i Obserwatorium w Grudziądzku. A w przyszłym roku jubileusz 20-lecia świętować będzie samo Ogólnopolskie Młodzieżowe Seminarium Astronomiczne! Już teraz życzymy Organizatorom wytrwałości w kontynuowaniu tej bardzo pozytycznej imprezy, a wszystkich uczniów — miłośników astronomii gorąco namawiamy do spróbowania swych sił w tej trudnej, ale niezwykle satysfakcjonującej konkurencji. Naprawdę warto!

Krzesztof Rochowicz

Zdjęcie uczestników tegorocznego OMSA znajdą Czytelnicy na drugiej stronie okładki.

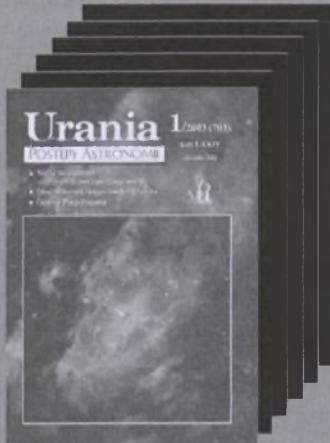
INFORMACJE O PRENUMERACIE URANII-PA

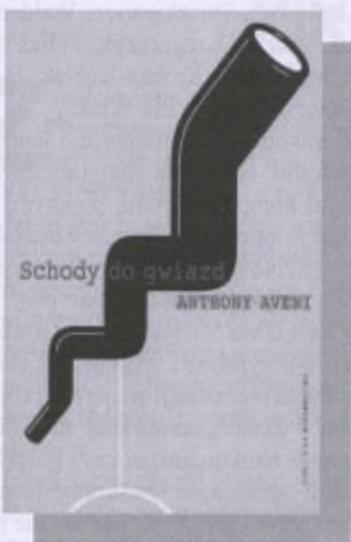
Prenumerata na rok 2003 (6 zeszytów) kosztuje 54 zł (zagraniczna 70 zł). Cena pojedynczego zeszytu 10 zł. Wpłaty prosimy kierować na konto:

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

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

Karolina Wojtkowska
Centrum Astronomii UMK
ul. Gagarina 11, 87-100 Toruń
E-mail: urania@astri.uni.torun.pl
tel/fax (0-56) 611 30 14 / 611 30 08





Anthony Aveni, SCHODY DO GWIAZD. Obserwacje nieba w trzech wielkich starożytnych kulturach, Przekład Jacek Biedroń, Zysk i Ska, Poznań 2002.

Oto ukazała się książka napisana przez profesora Aveniego, który — według Wydawnictwa — zapoczątkował badania w dziedzinie antropologii astronomicznej oraz archeoastronomii. Zatem jest to kolejna ostatnio pozycja poświęcona tej dziedzinie wiedzy, lecz ogranicza się ona do opisu trzech tylkó kręgów kulturowych: ludów starożytnych Brytanii, dawnych Majów (Maya) i imperium Inków (Tahuantinsuyu).

Już w rozdziale I (*Wstęp. Inny rodaż kosmosu*) i II (*Nagie niebo*) autor słusznie zwraca uwagę na odmienny wygląd nieba i ruch ciał niebieskich na różnych szerokościach geograficznych, zwłaszcza na południe od równika (np. fascynujący jest widok Oriona „do góry nogami”!). Wiedzą dobrze o tym astronomowie, czego jednak nie można powiedzieć nie tylko o przeciętnych ludziach, ale i o innych uczonych, chociażby etnografach. Pociąga to za sobą po prostu konieczność odmiennej interpretacji dokonań astronomicznych dawnych kapłanów-obserwatorów nieba.

Właśnie etnografovia, antropolodzy i archeolodzy już od dawna wiodą spór o przeznaczenie znanej budowli megalitycznej Stonehenge, a włączyli się do niego jeszcze pod koniec XIX w. astro-

nomowie (*Stojące kamienie oraz gwiazdy: megalityczna astronomia i ludy starożytnej Brytanii*). Aveni osłabił jednak rewelacyjne twierdzenia A. Thoma i F. Hoyle'a o astronomicznym przeznaczeniu tej megalitycznej budowli, w tym — do przewidywania zaćmień Słońca i Księżyca. Niemniej jednak nie zaprzeczył, iż mogła ona stanowić również swego rodzaju dostrzeżalnię. Jednak brak źródeł pisanych udaremnia ostateczne rozstrzygnięcie, czy była to tylko świątynia Słońca, w której sporadycznie dokonywano obserwacji ciał niebieskich, czy tę budowę wzniesiono świadomie jako kompleks religijno-astronomiczny?

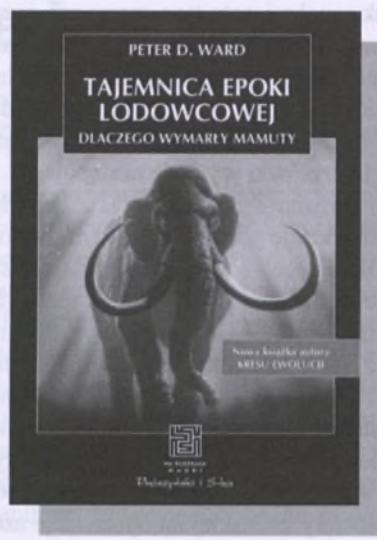
W przypadku cywilizacji Majów z Yukatanu jesteśmy w nieco lepszej sytuacji, ponieważ zachowały się ich obliczenia i pewne zapisy (tzw. Kodeksy). Majowie interesowali się szczególnie mocą z nieba, osobliwą rachubą czasu (chronometria) i planetą Wenus (*Moc z nieba: astronomia starożytnych Majów oraz kult Wenus*). Ponadto w Mezoameryce również zwraca uwagę powiązanie architektury sakralnej (piramidy!) z astronomią.

Natomiast w Tahuantinsuyu, już na południe od równika, kapłani-astronomowie zajmowali się głównie budowaniem miast jakby odwzorowujących kosmos (*Miasto i kosmos: astronomia w imperium Inków*). Najważniejsze z nich to promieniście urządzone stolica Cusco ze świątynią Coricancha, stanowiącą według Inków środek świata i wyrażającą astronomiczny symbolizm. Chociaż nie mamy bezpośrednich źródeł historycznych na ten temat (oprócz pisma węzełkowego quipu), to pozostały nam kroniki pisane po hiszpańsku, które powstały niebawem po konkwisie Peru.

W zakończeniu (*Zachód wobec reszty świata?*) autor porównuje dziedzictwo Inków, Majów, ludów Brytanii do osiągnięć starożytnych Babilończyków i Greków, na temat których mamy liczne źródła pisane.

Zamykają książkę trzy ciekawe *Dodatek (Kwestie do przemyślenia, Archeoastronomiczne prace polowe, Archeoastronomiczne zasoby)* oraz obszernie rozbudowane *Przypisy*.

Zbigniew Dworak



Peter D. Ward, TAJEMNICA EPOKI LODOWCOWEJ. Dlaczego wymarły mamuty i inne wielkie ssaki przeszły. Przekład Jacek Szacki, Wyd. Prószyński i S-ka, „Na ścieżkach nauki”, Warszawa 2002.

Dziwne może się wydawać, iż na łamach czasopisma astronomicznego jest poruszany temat związany z paleontologią, geologią, glacjologią, archeologią i prahistorią ludzkości — jej dziejom sprzed około 12000 lat. Jednak przedstawiana książka ma charakter zbliżony do recenzowanej już pozycji Waltera Alvarez, *Dinozaury i krater śmierci* (zob. „Urania-PA” 3/2000), ściśle w dodatku nawiązując do niej.

Peterowi Wardowi marzy się wellsowski wehikuł czasu, żeby móc zobaczyć te dawne, niezwykłe epoki i katastrofy kosmiczno-geologiczne. Zamiast tego musi zadowolić się wykopaliśkami, ich interpretacją i własną wyobraźnią na temat biosfery sprzed milionów lat, a także megaafauy ostatniej epoki lodowcowej oraz człowieka sprzed kilkunastu tysięcy lat.

Opowieść o katastrofach kosmicznych autor rozpoczyna od roztrząsania przypadku, który wydarzył się 65 mln lat temu i stanowił główną przyczynę wymierania dinozaurów. Śladem tego kataklizmu jest zatarty już krater Chicxulub na Meksykanie, o średnicy ponad 300 km! Jednak Ward, podobnie jak Alvarez, opowiada się bardziej za upadkiem komety niż małej



planetoidy, podczas gdy wiadomo, iż jądro kometarne nie mogłoby zawieść aż tyle irydum, aby utworzyć sławetną warstwę K/T, odkrytą najpierw w Gubbio przez Waltera Alvarezę (dokąd „pielgrzymowały” też Peter Ward).

Większą część książki autor oczywiście poświęcił ostatniemu wielkiemu zlodowaceniu, w którym wyróżnia się cztery główne glacjały (ostatnio — już jedenaście!, czyli jeszcze 7 pomniejszych), a ich następstwo było wynikiem... niewielkich zmian elementów orbity Ziemi i nachylenia osi rotacji naszej planety do eklipytyki, co

wykazał jeszcze astronom serbski Milutin Milanković. Ward zauważa też paręsetmilionoletnią cykliczność wielkich zlodowaceń, ale nie kojarzy jej z okresem obiegu Układu Słonecznego wokół jądra Galaktyki!

Dalej autor rozwozi się nad przyczynami wymierania, po ustąpieniu lodowców, wielkich ssaków, w tym mamutów, rozważając dwie hipotezy: zmiany klimatu (co wydaje się dość oczywiste) i działalności człowieka jaskiniowego, tzw. Wielkiemu Zabijaniu! Ostatecznie Ward przychyla się do wniosku o wyteplieniu przez ludzi

megafauny, osłabionej jednak drastyczną zmianą klimatu. Nie jest to już przedmiotem astronomii, chociaż... Dzięki obfitemu i wysokokalorycznemu pożywieniu nastąpił „wyż demograficzny” w plejstocenie (a potem tzw. rewolucja neolityczna), co pośrednio przyczyniło się również do wzrostu zainteresowań astronomicznych wśród starożytnych ludów, czeego badaniem zajmuje się archeoastronomia „zaginionego świata”.

Zbigniew Dworak

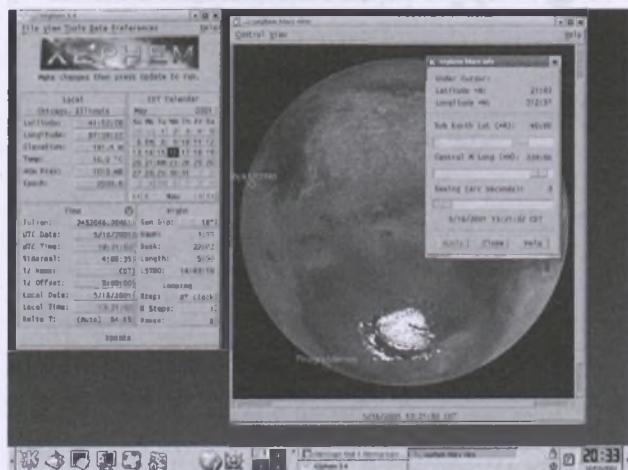
XEphem 3.5

Jako jeden z alternatywnych systemów operacyjnych w stosunku do Windowsa (obok chociażby BeOSa, Solarisa, MacOSa), Linux istnieje stosunkowo dugo i jest na tyle rozpowszechniony, że powstało już dla niego dość dużo oprogramowania astronomicznego. Ustaliły się też pozycje liderów w poszczególnych kategoriach. XEphem (<http://www.clearskyinstitute.com/xephem/>) jest najbardziej znany, pewnie dlatego, że jest rozprowadzany na CD razem z niektórymi dystrybucjami tego systemu operacyjnego. Wielu astroamatorów używających Windowsa również o nim słyszało, ale mało kto miał przyjemność używać. Co prawda jest też wersja pod system Windows, jednak pomimo, że program jest darmowy, należy ją zamówić na krążku u producenta w postaci kodu źródłowego i skompilować samemu. Niektórzy skarżą się, że i tak działa wtedy wolniej niż linuxowy „oryginał”.

Pogłoski o estetycznym wyglądzie i wyjątkowej funkcjonalności XEphem nie są przesadzone. Po uruchomieniu pokazuje się okienko z funkcjami kontrolnymi i łatwym dostępem do stref czasowych. Pozostałe będą się otwierać obok niego. Planetarium wyróżnia się łatwą zmianą pro-

jekcji z cylindrycznej na sferyczną i przewijaniem dużo łatwiejszym niż w innych podobnych programach. Poza tym są kolory gwiazd, a nawet zaznaczone punkty równonocy. Jest też mapa Księżyca z nazwami i — co rzadko spotykane — zaznaczonymi wszystkimi lądowiskami, również sond bezzałogowych. Można uruchomić animację faz, jest wskaźnik libracji — funkcje występujące zwykle pod windowsowymi programami specjalnie poświęconymi obserwacjom Srebrnego Globu, a nie w ogólnych pakietach typu planetarium. Na bardzo realistycznej mapie Marsa, którego można obracać w trzech osiach, także są podane najważniejsze nazwy. Konkurencja w tej samej sytuacji raczy nas co najwyżej ogólnym widkiem tarczy, nie wszes zresztą z prawidłowo zorientowanymi szczegółami powierzchni. Obie mapy mają funkcję pozwalającą oglądać teren w powiększeniu — wystarczy wcisnąć lewy przycisk myszy i trzymać, przesuwając nad wybranym obszarem. Takiego mechanizmu na próżno szukać w innych programach tego typu. Poza tym program jest wyposażony w wyświetlanie ustawienia księżyków Jowisza, Saturna i... Urana, oczywiście z animacją. Ta ostatnia nowość już nie dziwi, bo niewielu, także krajowi, posiadacze teleskopów powyżej 20 cm średnicy coraz śmiej sięgają po obserwacje jaśniejszych księżyków właśnie Urana, a nawet fotografują je z powodzeniem.

Podsumowując — programik jest dla wielu jednym z powodów, dlaczego w ogóle warto dzielić dysk na partycje i instalować Linuxa. Rzadko jednak ktoś zmienia system całkowicie, bo chociaż rynek linuxowych aplikacji astronomicznych przynajmniej próbuje odzwierciedlać potrzeby astroamatorów, to jednak łatwiejsza dostępność i wiele lat rozwoju stworzyły bogactwo i różnorodność windowsowych programów astronomicznych, z których nie można zrezygnować. Czołowi producenci chcą jednak zawiadnić oboma rynkami i aktualny lider, którym jest Cartes du



Dokończenie na s. 142

Lipiec

Słońce

W lipcu deklinacja Słońca z dnia na dzień maleje, w związku z czym dni są coraz krótsze. Dnia 4 lipca Ziemia znajdzie się w najdalszym od Słońca punkcie swojej orbity — w aphelium.

W Warszawie 1 lipca Słońce wschodzi o 2^h19^m, zachodzi o 19^h01^m, a 31 lipca wschodzi o 2^h54^m, zachodzi o 18^h29^m. W lipcu Słońce wstępuje w znak Lwa.

Dane dla obserwatorów Słońca (na 0^h UT)

Data 2003	P [°]	B ₀ [°]	L ₀ [°]
VII 1	-2,89	2,82	73,44
3	-1,99	3,04	46,96
5	-1,08	3,26	20,49
7	-0,17	3,47	354,02
9	0,73	3,68	327,55
11	1,63	3,89	301,08
13	2,53	4,09	274,61
15	3,42	4,29	248,15
17	4,31	4,48	221,68
19	5,18	4,67	195,22
21	6,05	4,85	168,75
23	6,91	5,02	142,29
25	7,76	5,20	115,83
27	8,60	5,36	89,38
29	9,42	5,52	62,92
VII 31	10,24	5,68	36,47

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

B₀, L₀ — heliograficzna szerokość i długość środka tarczy;

6^d13^h10^m — heliograficzna długość środka tarczy wynosi 0°.

Księżyc

Bezksiążycowe noce będącymi mieli na początku i pod koniec miesiąca, bowiem kolejność faz Księżyca jest w tym miesiącu następująca: pierwsza kwadra 7^d02^h32^m, pełnia 13^d19^h21^m, ostatnia kwadra 21^d07^h01^m i nów 29^d06^h52^m. W perigeum Księżyca znajdzie się 10 lipca o 22^h04^m a w apogeum 22 lipca o 19^h37^m.

Planety i planetoidy

Merkury i Wenus znajdują się na niebie w pobliżu Słońca i są niewidoczne.

Zbliżający się do opozycji Mars widoczny jest w drugiej połowie nocy jako bardzo jasna „gwiazda” świecąca na wysokości ok. 20° nad południowym horyzontem w gwiazdozbiorze Wodnika. W ciągu miesiąca jasność planety rośnie od -1,5^m do aż -2,5^m, przez co Mars staje się najjaśniejszym po Słońcu i Księżyca obiektem na niebie. W tym samym okresie rośnie także średnica jego tarczy, osiągając pod koniec miesiąca 23'', co umożliwia dostrzeżenie szczegółów powierzchniowych już przez niewielkie teleskopy amatorskie. Możliwe będzie także dostrzeżenie naturalnych satelitów Marsa — Phobosa (10,7^m) i Deimosa

(11,8^m) w ich maksymalnych elongacjach od planety, jednak niezbędny jest do tego celu teleskop o średnicy przynajmniej 15 cm przy powiększeniu przekraczającym 200× (należy także pamiętać o zasłonięciu oślepiającej tarczy samej planety).

Na początku lipca wieczorem można jeszcze próbować odnaleźć Jowisza świecącego z jasnością -1,7^m bardzo nisko nad zachodnim horyzontem (w godzinę po zachodzie Słońca na wysokości zaledwie 7°), jednak warunki widzialności szybko pogarszają się i w drugiej połowie miesiąca obserwacje planety stają się niemożliwe.

W połowie lipca na porannym niebie pojawia się Saturn, jako „gwiazda” 0^m świecąca na tle gwiazd gwiazdozbioru Bliźniąt. Jego wysokość nad wschodnim horyzontem na początku świtu cywilnego (ok. godzinę przed wschodem Słońca) z dnia na dzień rośnie i pod koniec miesiąca osiąga już 13°.

Uran i Neptun znajdują się w pobliżu opozycji i są widoczne całą noc 20° od siebie w gwiazdozbiorze odpowiednio Wodnika i Koziorożca.

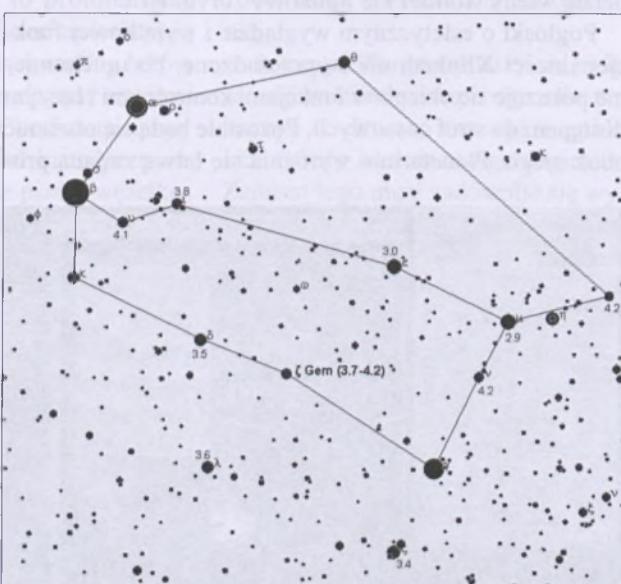
Wieczorem można obserwować Plutona w gwiazdozbiorze Węzownika, jednak niezbędne jest posiadanie teleskopu o średnicy obiektywu (zwierciadła) równej przynajmniej 15 cm.

W lipcu w pobliżu opozycji nie są widoczne żadne jasne planetoidy.

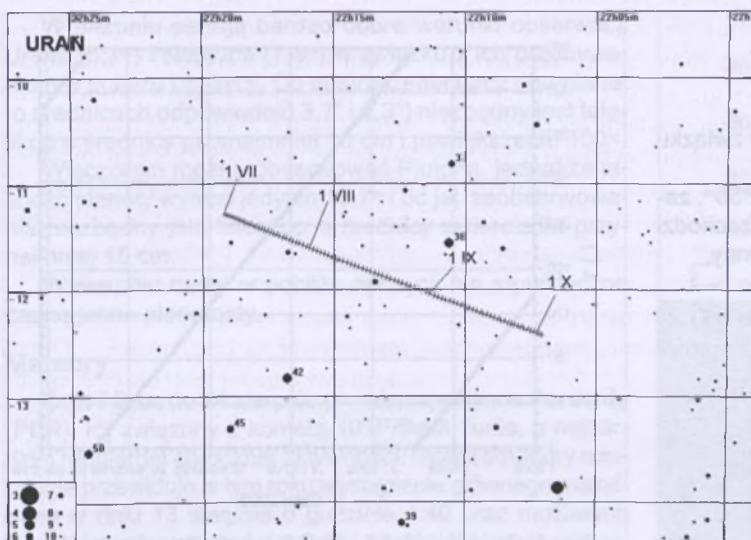
Meteory

W lipcu można obserwować kilka interesujących rojów meteorów.

Bardzo krótko, bo tylko od 7 do 13 lipca promieniąją meteory z roju **Pegazydów (JPE)**. Maksimum aktywności roju przypada 10 lipca, toteż na jego obserwacje pozostałe zaledwie ok. godziny między zachodem zblizającego się do pełni Księżyca a świtem. Rój składa się ze słabych, bardzo szybkich meteorów ze śladami. Radiant meteorów leży w gwiazdozbiorze Pegaza i ma współrzędne: $\alpha = 22^{\circ}40'$, $\delta = +15^{\circ}$. Niska aktywność i mała jasność meteorów preferuje obserwacje teleskopowe roju.



Rys. 1. Mapa gwiazdozbioru Bliźniąt do obserwacji gwiazdy zmiennej ζ Gem (7^h04^m06,5^s, +20°34'). Podane jasności gwiazd porównywania (pole widzenia wynosi 25°, północ u góry)



Rys. 2. Trasa planety Uran na tle gwiazd gwiazdozbioru Wodnika w lipcu, sierpniu i wrześniu 2003 (zaznaczone gwiazdy do 10,5^m)

W drugiej połowie lipca można obserwować meteorów z kompleksu Akwarydów/Kaprikornidów: **Piscis Austrini-dy (PAU)** ($22^{\text{h}}44^{\text{m}}$, -30°), **południowe delta Akwarydy (SDA)** ($22^{\text{h}}36^{\text{m}}$, -16°) i **alfa Kaprikornidy (CAP)** ($20^{\text{h}}28^{\text{m}}$, -10°). Roje te składają się ze słabych, stosunkowo wolnych meteorów, chociaż w skład CAP wchodzą też niekiedy bardzo jasne i powolne (a więc efektowne) bolidy. Południowe delta Akwarydy są jednym z najaktywniejszych rojów nieba południowego, aktywność dwóch pozostałych jest niska. Maksimum aktywności rojów przypada 28 lipca (PAU i SDA) i 30 lipca (CAP), toteż w ich obserwacjach nie będzie przeszkadzać Księżyca w nowiu.

1^d Gwiazda zmienna długookresowa o Cet (Mira) ($2^{\text{h}}19,3^{\text{m}}$, $-2^{\circ}58'$) osiąga maksimum jasności (3,4^m) (mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 3/2002).

1^d Gwiazda zmienna długookresowa RR Sgr (miryda) ($19^{\text{h}}55,9^{\text{m}}$, $-29^{\circ}11'$) osiąga maksimum jasności (6,8^m).

2^d21^h Złączenie Jowisza z Księżykiem w odł. 5°.

3^d11^h Maksymalna libracja Księżyca (8,7°) w kierunku krateru Schickard (zaciemniony).

3^d19^h37,2^m W układzie księżyków galileuszowych Jowisza zachodzi obrączkowe zakrycie Ganymeda (III) przez Europę (II) trwające 6 min. Jasność układu spada o 0,23^m. Jest to ostatnie tego typu zjawisko w 2003 r.

4^d06^h W swoim ruchu po orbicie wokółsonecznej Ziemia znajduje się najdalej od Słońca, w aphelium, w odł. 1,016730 j.a.

5^d08^h Merkury w koniunkcji górnej ze Słońcem.

6^d18^h Zakrycie gwiazdy γ Vir (2,8^m) przez ciemną część Księżyca w pierwszej kwadrze, widoczne w całej Polsce (Gdańsk $18^{\text{h}}37^{\text{m}}$ — Krosno $18^{\text{h}}48^{\text{m}}$).

8^d Gwiazda zmienna długookresowa S Cet (miryda) ($0^{\text{h}}24,1^{\text{m}}$, $-9^{\circ}20'$) osiąga maksimum jasności (8,2^m).

8^d08^h Złączenie Wenus z Saturnem w odł. 0,8°.

10^d07^h Minimalna libracja Księżyca (0,4°) w kierunku Sinus Iridium (zaciemniona).

11^d Gwiazda zmienna długookresowa RS Vir (miryda) ($14^{\text{h}}27,3^{\text{m}}$, $+4^{\circ}41'$) osiąga maksimum jasności (8,1^m).

11^d Gwiazda zmienna długookresowa T Aqr (miryda) ($20^{\text{h}}49,9^{\text{m}}$, $-5^{\circ}09'$) osiąga maksimum jasności (7,7^m).

13^d Gwiazda zmienna długookresowa V Cas (miryda) ($23^{\text{h}}11,6^{\text{m}}$, $+59^{\circ}42'$) osiąga maksimum jasności (7,9^m).

13^d23^h42^m Gwiazda zmienna δ Cep (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,5^m) (mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 1/2003).

15^d05^h Złączenie Neptuna z Księżykiem w odł. 5°.

16^d16^h Złączenie Urana z Księżykiem w odł. 5°.

16^d17^h Maksymalna libracja Księżyca (9,0°) w kierunku Mare Humboldtianum (zaciemnione).

17^d08^h Złączenie Marsa z Księżykiem w odł. 0,3°.

22^d Gwiazda zmienna długookresowa R Psc (miryda) ($1^{\text{h}}30,7^{\text{m}}$, $+2^{\circ}52'$) osiąga maksimum jasności (8,2^m).

23^d06^h05^m Słońce wstępuje w znak Lwa, jego długość ekleptyczna wynosi wtedy 120°.

23^d13^h Minimalna libracja Księżyca (0,4°) w kierunku Sinus Iridium (oświetlona).

26^d04^h Złączenie Merkurego z Jowiszem w odł. 0,4°.

27^d00^h Złączenie Saturna z Księżykiem w odł. 4°.

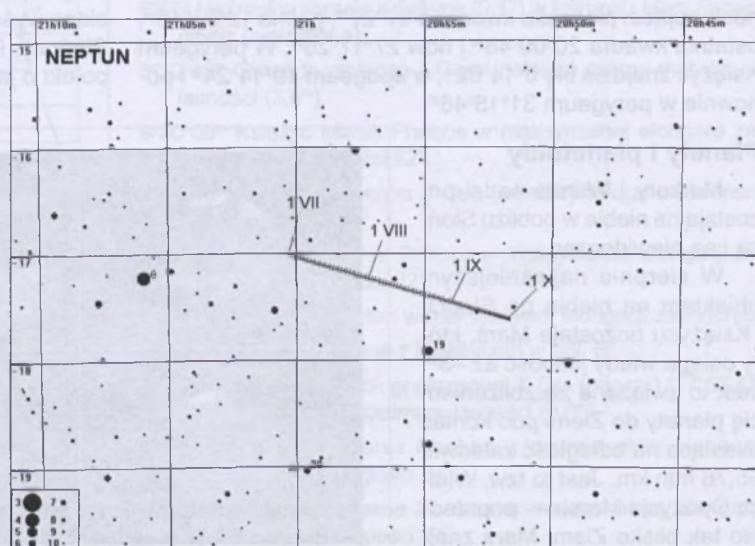
27^d21^h50^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa U Oph osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 5,9^m do 6,6^m (mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 3/2002).

28^d18^h Złączenie Wenus z Księżykiem w odł. 4°.

30^d08^h Maksymalna libracja Księżyca (8,1°) w kierunku krateru Schickard (zaciemniony).

30^d23^h Mars nieruchomy w rektascensji.

31^d01^h Złączenie Merkurego z Księżykiem w odł. 5°.



Rys. 3. Trasa planety Neptun na tle gwiazd gwiazdozbioru Kozioroźca w lipcu, sierpniu i wrześniu 2003 (zaznaczone gwiazdy do 10,5^m)

Sierpień

Słońce

W sierpniu deklinacja Słońca nadal maleje, w związku z czym dni są coraz krótsze.

W Warszawie 1 sierpnia Słońce wschodzi o $2^{\text{h}}56^{\text{m}}$, zachodzi o $18^{\text{h}}28^{\text{m}}$, a 31 sierpnia wschodzi o $3^{\text{h}}45^{\text{m}}$, zachodzi o $17^{\text{h}}27^{\text{m}}$. W sierpniu Słońce wstępuje w znak Panny.

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

Data	2003	P [°]	B ₀ [°]	L ₀ [°]
VIII	1	10,64	5,75	23,24
	3	11,43	5,89	356,79
	5	12,21	6,03	330,34
	7	12,97	6,16	303,90
	9	13,71	6,29	277,45
	11	14,44	6,41	251,01
	13	15,15	6,52	224,57
	15	15,84	6,62	198,13
	17	16,52	6,71	171,69
	19	17,18	6,80	145,26
	21	17,81	6,88	118,82
	23	18,43	6,96	92,39
	25	19,03	7,02	65,97
	27	19,60	7,08	39,54
	29	20,16	7,13	13,12
VIII	31	20,69	7,17	346,70

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

B_0 , L_0 — heliograficzna szerokość i długość środka tarczy;

$2^{\text{d}}18^{\text{h}}11^{\text{m}}$ i $29^{\text{d}}23^{\text{h}}50^{\text{m}}$ — heliograficzna długość środka tarczy wynosi 0° .

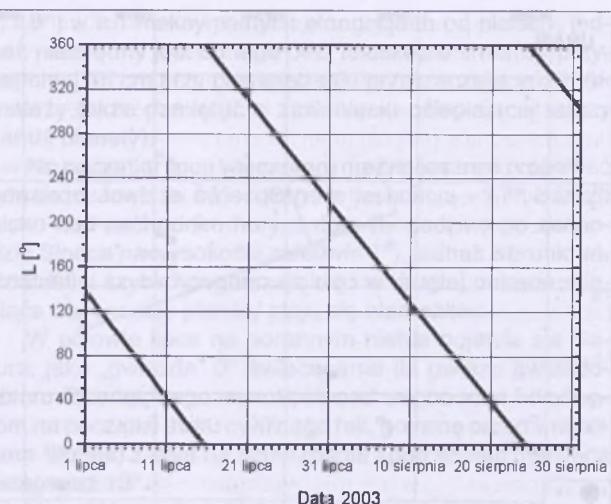
Ksieżyc

Bezksiężycowe noce będącymi mieli pod koniec sierpnia, bowiem kolejność faz Księżyca jest w tym miesiącu następująca: pierwsza kwadra $5^{\text{d}}07^{\text{h}}27^{\text{m}}$, pełnia $12^{\text{d}}04^{\text{h}}48^{\text{m}}$, ostatnia kwadra $20^{\text{d}}00^{\text{h}}48^{\text{m}}$ i nów $27^{\text{d}}17^{\text{h}}26^{\text{m}}$. W perygeum Księżyca znajdzie się $6^{\text{d}}14^{\text{h}}02^{\text{m}}$, w apogeum $19^{\text{d}}14^{\text{h}}24^{\text{m}}$ i ponownie w perygeum $31^{\text{d}}18^{\text{h}}46^{\text{m}}$.

Planety i planetoidy

Merkury i Wenus nadal pozostają na niebie w pobliżu Słońca i są niewidoczne.

W sierpniu najjaśniejszym obiektem na niebie po Słońcu i Księżyco pozostaje Mars, który osiąga wtedy jasność aż -3^m . Jest to związane ze zbliżeniem się planety do Ziemi pod koniec miesiąca na odległość zaledwie 55,76 mln km. Jest to tzw. Wielka Opozycja Marsa — poprzednio tak blisko Ziemi Mars znajdował się w 1924 r. Planeta widoczna jest całą noc w gwiazdo-

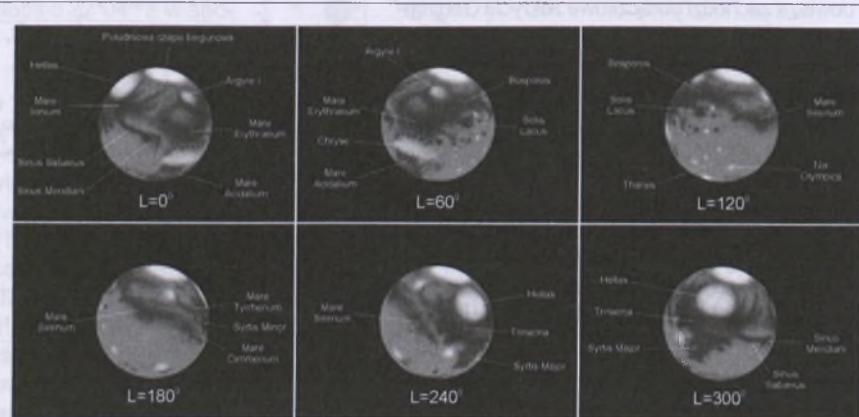


Rys. 4. Zmiany długości południka centralnego tarczy Marsa (L) o północy UT w lipcu i sierpniu 2003. Aby określić długość południka centralnego Marsa w danym momencie, należy pamiętać, że w ciągu godziny wzrasta ona o ok. 15°

zbiorze Wodnika. Mała odległość od Ziemi sprawi, że średnica tarczy Marsa przekroczy 25", co umożliwi obserwacje szczegółów powierzchniowych nawet przez niewielkie teleskopy amatorskie. Już teleskop o średnicy obiektywu 10 cm umożliwi w dobrych warunkach obserwacyjnych zobaczyć szczegóły o średnicy 350 km, jednak przeszka- dzać w tym będą organia atmosfery związane ze stosunkowo małą wysokością planety nad horyzontem — w momencie górowania wyniesie ona zaledwie 22°. Sierpień jest miesiącem, w którym można kontynuować próby dostrzeżenia satelitów Marsa — Phobosa (10,3") i Deimosa (11,4"), zwłaszcza że okres ich największej jasności pokrywa się z nowiem Księżyca. Należy jednak pamiętać o zasłonięciu oślepiającej tarczy samej planety!

Jowisz znajduje się na niebie w pobliżu Słońca i jest niewidoczny.

W sierpniu nad ranem coraz wyżej nad wschodnim horyzontem wznosi się Saturn, osiągając pod koniec miesiąca wysokość prawie 40° (ok. godzinę przed wschodem Słońca). Planeta świeci w gwiazdozbiorze Bliźniąt jako obiekt o jasności $0,1^m$.



Rys. 5. Wygląd tarczy Marsa w teleskopie astronomicznym (północ na dole) w lipcu i sierpniu 2003 dla różnych wartości długości południka centralnego L

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×.

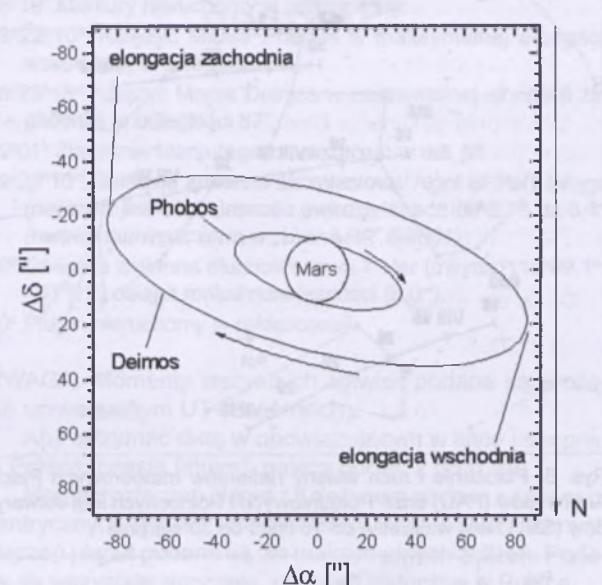
Wieczorem można obserwować Plutona, jednakże jasność planety wynosi jedynie $13,7^m$ i do jej zaobserwowania niezbędny jest teleskop o średnicy zwierciadła przynajmniej 15 cm.

W sierpniu nadal w pobliżu opozycji nie są widoczne żadne jasne planetoidy.

Meteory

Od 1 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 13 sierpnia o godzinie 4:40 oraz możliwych dwóch innych maksimów o 2:40 i 14:40. W tym okresie radiant meteorów leży w gwiazdozbiorze Perseusza i ma współrzędne: $\alpha = 3^h09^m$, $\delta = +59^\circ$. Niestety, w obserwacjach meteorów bardzo przeszkadzał będzie Księżyc w pełni.

W sierpniu nadal można obserwować meteory z kompleksu Akwarydów/Kaprikornidów. Są to przede wszystkim **Południowe i Północne iota-Akwarydy (SIA i NIA)**. Południowe iota-Akwarydy promienią w okresie od 25 lipca do 15 sierpnia (maksimum 4 sierpnia) z radiantu o współrzędnych $\alpha = 22^h16^m$, $\delta = -15^\circ$. Północne iota-Akwarydy promienią w okresie od 11 do 31 sierpnia (maksimum 20 sierpnia) z radiantu o współrzędnych $\alpha = 21^h48^m$, $\delta = -6^\circ$. Tak jak opisane wcześniej roje kompleksu, także i te mało aktywne roje składają się ze słabych, stosunkowo wolnych meteorów, jednak w ich porannych (SIA) i wieczornych (NIA) obserwacjach nie będzie przeszkadzał Księżyc odpowiedni w pierwszej i ostatniej kwadrze.



Rys. 7. Wygląd układu Marsa w teleskopie astronomicznym (północ na dole) w okresie opozycji w 2003 r.

* * *

1^d Gwiazda zmienna długookresowa S CMi (miryda) ($7^h32,7^m$, $+8^\circ20'$) osiąga maksimum jasności ($7,5^m$).

1^d 22^h36^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa U Oph osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od $5,9^m$ do $6,6^m$.

3^d Księżyc Saturna Tytan w maksymalnej elongacji wschodniej.

4^d Gwiazda zmienna długookresowa RS Lib (miryda) ($15^h24,3^m$, $-22^\circ55'$) osiąga maksimum jasności ($7,5^m$).

4^d 14^h Neptun w opozycji ze Słońcem.

4^d 22^h39^m Gwiazda zmienna η Aql (cefeida) osiąga maksimum jasności ($3,5^m$).

5^d 00^h00^m Księżyc Marsa Deimos w maksymalnej elongacji zachodniej w odległości $80''$.

5^d 00^h20^m Księżyc Marsa Phobos w maksymalnej elongacji wschodniej w odległości $32''$.

6^d 05^h Minimalna libracja Księżyca ($0,1^\circ$) w kierunku *Mare Fecundatis* (oświetlone).

8^d 20^h49^m Gwiazda zmienna ζ Gem (cefeida) osiąga maksimum jasności ($3,6^m$).

9^d 00^h00^m Księżyc Marsa Phobos w maksymalnej elongacji zachodniej w odległości $32''$.

9^d 19^h40^m Gwiazda zmienna δ Cep (cefeida) osiąga maksimum jasności ($3,5^m$).

10^d 01^h00^m Księżyc Marsa Deimos w maksymalnej elongacji zachodniej w odległości $82''$.

11^d Księżyc Saturna Tytan w maksymalnej elongacji zachodniej.

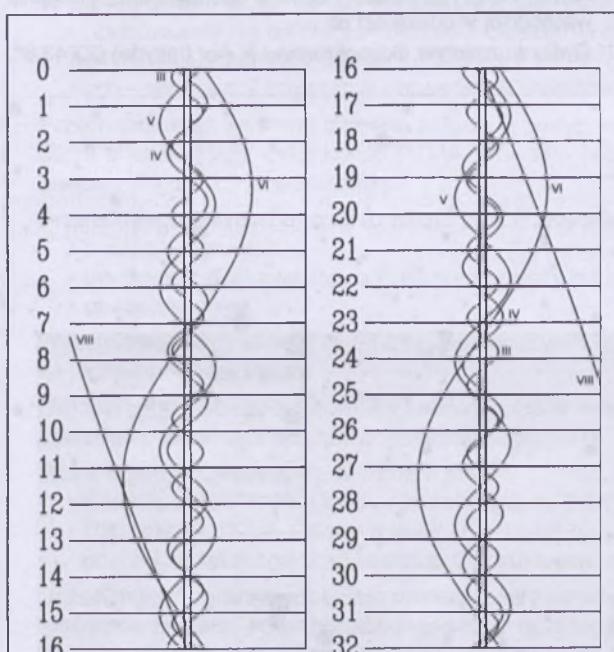
11^d 13^h Złoczenie Neptuna z Księżykiem w odl. 5° .

12^d Gwiazda zmienna długookresowa T Dra (miryda) ($17^h56,4^m$, $+58^\circ13'$) osiąga maksimum jasności ($9,6^m$).

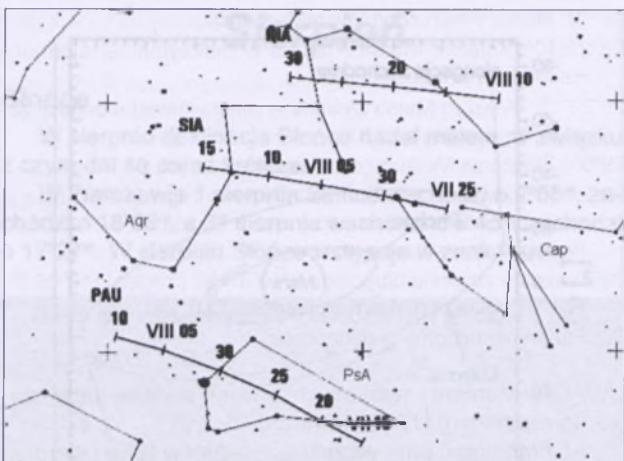
12^d 00^h40^m Księżyc Marsa Phobos w maksymalnej elongacji wschodniej w odległości $34''$.

12^d 23^h40^m Księżyc Marsa Phobos w maksymalnej elongacji wschodniej w odległości $34''$.

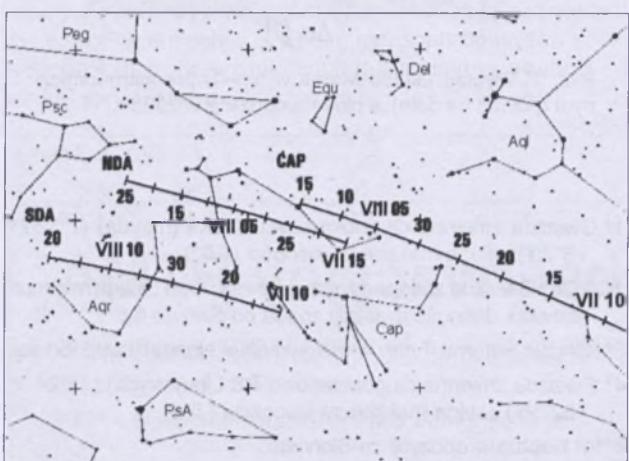
13^d Gwiazda zmienna długookresowa R Hya (miryda) ($13^h29,7^m$, $-23^\circ17'$) osiąga maksimum jasności ($4,5^m$).



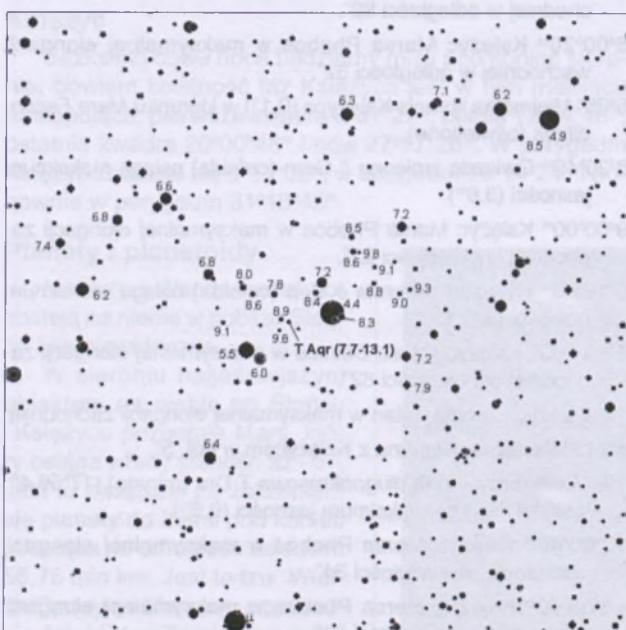
Rys. 6. Konfiguracja pięciu najjaśniejszych księżycołów Saturna w sierpniu 2003 (III — Tethys, IV — Dione, V — Rhea, VI — Tytan, VII — Iapetus). Zachód na lewo od środkowego pasa (tarczy planety), wschód na prawo



Rys. 8. Położenie i ruch własny radiantów meteorowych Piscis Austrinidów (PAU) oraz Południowych i Północnych iota-Akvarydów (SIA i NIA) w okresie od 15 lipca do 30 sierpnia



Rys. 9. Położenie i ruch własne radiantów meteorowych południowo-wschodnich i północnych delta Akwarydów (SDA i NDA) i Kaprikornidów (CAP) w okresie od 10 lipca do 25 sierpnia



Rys. 10. Mapa gwiazdozbioru Wodnika do obserwacji gwiazdy zmiennej T Aqr ($20^{\text{h}}49^{\text{m}}56,4^{\text{s}}$, $-5^{\circ}08'48''$). Podane jasności gwiazd porównania (pole widzenia wynosi 8° , północ u góry)

13^d00^h Złączenie Urana z Księzcem w odł. 5°.

13⁰⁰1^h Maksymalna libracja Księżyca ($8,4^\circ$) w kierunku *Mare Humboldtianum* (zaciemnione).

13^d18^h Złączenie Marsa z Księzcem w odł. 2°.

14^d21^h Merkury w maksymalnej elongacji wschodniej od Słońca
w odległości 27°.

16⁰⁰00^s20^m Księżyca Marsa Phobos w maksymalnej elongacji zachodniej w odległości 33''.

16^d23^h20^m Księżyca Marsa Phobos w maksymalnej elongacji zachodniej w odległości 34''.

16^d23^h30^m Księżyca Marsa Deimos w maksymalnej elongacji wschodniej w odległości 85".

17^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).

18^d18^h Wenus w koniunkcji górnej ze Słońcem.

19^d Księżyca Saturna Tytan w maksymalnej elongacji wschodniej.

19⁰⁰00^s26^m Gwiazda zmienna ζ Gem (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,6^m).

19⁰¹00⁰⁰m Zakrycie brzegowe gwiazdy δ Ari (5,5^m) przez ciemny brzeg Księżyca w pobliżu ostatniej kwadry. Linia zakrycia brzegowego ciągnie się od punktu o współrzędnych $\phi = 49^{\circ}55' N$, $\lambda = 18^{\circ}35' E$, do punktu o współrzędnych $\phi = 54^{\circ}10' N$, $\lambda = 23^{\circ}24' E$, przechodząc 6 km na północny zachód od Tychów, przez Katowice, 27 km na południowy-wschód od Częstochowy oraz 11 km na południowy-wschód od Warszawy.

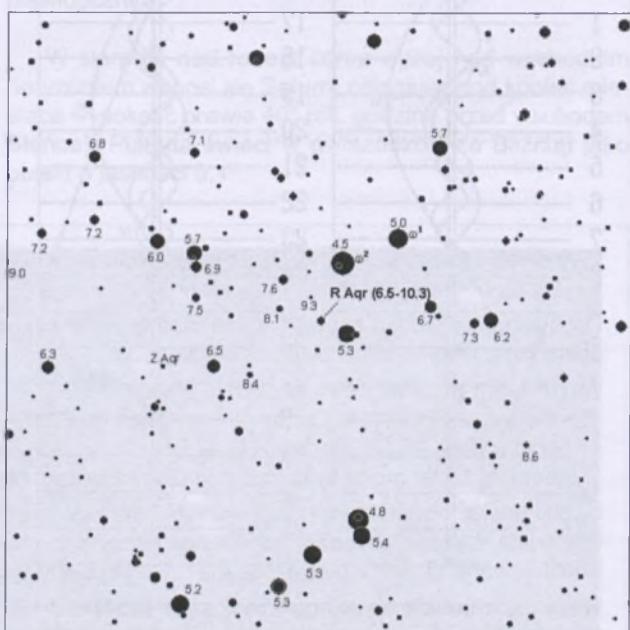
19^d18^h Minimalna libracja Księżyca ($0,3^\circ$) w kierunku Oceanus Procellarum (oświetlony).

20^d Gwiazda zmienna długookresowa SS Vir (miryda) ($12^{\text{h}}25,3^{\text{m}}$, $+0^{\circ}46'$) osiąga maksimum jasności ($6,8^{\text{m}}$).

20^d00^h00^m Księżyca Marsa Phobos w maksymalnej elongacji wschodniej w odległości 35".
20^d23^h Odkrycie gwiazdy κ Tau (4,2^m) przez ciemny brzeg Księżyca w pobliżu ostatniej kwadranty, widoczne w celui Palae.

20^d23^h00^m Księżyca Marsa Phobos w maksymalnej elongacji.

21^d Gwiazda zmienna długookresowa R Agr (miryda) ($23^{\circ}43'8''$



Rys. 11. Mapa gwiazdozbioru Wodnika do obserwacji gwiazdy zmiennej R Aqr ($23^h43,8^m$, $-15^\circ17'$). Podane jasności gwiazd porównywania (pole widzenia wynosi 8°)

–15°17') osiąga maksimum jasności (6,5^m).
 21^d10^h Złączenie Wenus z Jowiszem w odł. 0,5°.
 22^d00^h45^m Księżyc Marsa Deimos w maksymalnej elongacji wschodniej w odległości 86".
 22^d11^h Jowisz w koniunkcji ze Słońcem.
 23^d13^h09^m Słońce wstępuje w znak Panny, jego długość eklipsyczna wynosi wtedy 150°.
 23^d14^h Złączenie Saturna z Księżykiem w odł. 4°.
 23^d23^h40^m Księżyc Marsa Phobos w maksymalnej elongacji zachodniej w odległości 34".
 24^d10^h Uran w opozycji ze Słońcem.
 24^d22^h40^m Księżyc Marsa Phobos w maksymalnej elongacji zachodniej w odległości 34".
 25^d22^h02^m Gwiazda zmienna δ Cep (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,5^m).
 26^d08^h Maksymalna libracja Księżyca (8,3°) w kierunku krateru Schickard (oświetlony).
 27^d Księżyca Saturna Tytan w maksymalnej elongacji zachodniej.
 27^d08^h Złączenie Jowisza z Księżykiem w odł. 5°.
 27^d20^h Złączenie Wenus z Księżykiem w odł. 4°.
 27^d21^h Mars najbliżej Ziemi w odległości 55,76 mln km.
 27^d23^h20^m Księżyc Marsa Phobos w maksymalnej elongacji wschodniej w odległości 35".
 28^d18^h Mars w opozycji ze Słońcem.

28^d19^h Merkury nieruchomy w rektascensji.
 28^d22^h10^m Księżyc Marsa Phobos w maksymalnej elongacji wschodniej w odległości 35".
 28^d23^h15^m Księżyc Marsa Deimos w maksymalnej elongacji zachodniej w odległości 87".
 29^d01^h Złączenie Merkurego z Księżykiem w odł. 9°.
 29^d23^h10^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).
 30^d Gwiazda zmienna długookresowa T Her (miryda) (18^h09,1^m, +31°01') osiąga maksimum jasności (8,0^m).
 30^d Pluton nieruchomy w rektascensji.

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 geocentrycznych złączeń w rektascensji. Momenty wzajemnych złączeń planet podane są dla maksymalnych zbliżeń. Podane są wszystkie złączenia, nie tylko widoczne w Polsce.

Podano jedynie te maksymalne elongacje Phobosa i Deimosa, które zachodzą w pobliżu górowania Marsa w Polsce.

Opr. T. Ścieżor

Obóz Szkoleniowo-Obserwacyjny PTMA

Zarząd Główny i Oddział Krakowski Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii zapraszają na Trzeci Obóz Szkoleniowo-Obserwacyjny PTMA „OSOP 2003”.

Obóz odbędzie się w dniach **24 lipca — 4 sierpnia 2003** na Hali Łabowskiej w Beskidzie Sądeckim, w paśmie Jaworzyny Krynickiej. 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 komety • 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 krajoznawczych do miejsc związanych z astronomią.

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

- nocleg w schronisku
- transport z Krakowa (cena transportu zależy od liczby 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 małe 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 zatwierdzi Zarząd Oddziału Krakowskiego PTMA, a osoby zakwalifikowane zostaną powiadomione. Ostatecznym terminem przyjmowania zgłoszeń jest 31 maja br. Osoby zakwalifikowane muszą wpłacić podaną kwotę w ciągu tygodnia od chwili otrzymania potwierdzenia.

Wszyscy zainteresowani proszeni są o kontakt z kierownikiem Obozu, drem Sławomirem Stachniewiczem (e-mail: Slawomir.Stachniewicz@ifj.edu.pl) lub z dyżurnymi członkami Oddziału Krakowskiego: tel. (012) 422-38-92 w każdą środę w godz. 12–14, czwartek w godz. 16–18 lub w piątek w godz. 11³⁰–13³⁰.



dokończenie ze s. 98.

czarną dziurę działającą jak soczewka grawitacyjna („Urania” 5/2000 s. 58), powodującą jej „świecenie” („Urania” 3/1981 s. 66)?

Pozdrawiam serdecznie autora artykułu i cały zespół redakcyjny z p. prof. Andrzejem Woszczykiem.

Z poważaniem

Stefan Heise

Szanowny Panie,

Dziękuję za list. To przyjemnie mieć uważnego czytelnika, który rozumie artykuł i śledzi szczegółowo. Oto moje odpowiedzi:

1. Z punktu widzenia matematyki, opóźnienie chodu zegara w polu grawitacyjnym jest innym objawem tego samego zjawiska, co grawitacyjne przesunięcie ku czerwieni. Nie da się tego pokazać bez użycia wzorów, ale chyba można intuicyjnie zrozumieć — pomiar częstotliwości jest przecież związany z pomiarem czasu. Grawitacyjnego spóźniania się zegarów nie należy nazywać dylatacją, bo prowadziłoby to do nieporozumień. Dylataция (skutek ruchu) i grawitacyjne opóźnienie mogą występuować równocześnie i są niezależne od siebie mierzalne.

2. Przyznaję się do defektu rysunków — kąty powinny być na nich zaznaczone. Natomiast nie poczuwam się do błędu we wzorze w podpisie do rysunku. W moim oryginalnym tekście było dobrze, ale ktoś zmienił notację ułamkową na a/b i pomylił się przy tym, a ja nie zauważylem podczas korekty.

3. W wymienionym przez Pana tekście z PA 1/1995 jest mowa o kilku różnych nierelatywistycznych poprawkach do współrzędnej czasowej. Do tego dochodzą jeszcze poprawki relatywistyczne. Synchronizacja zegarów jest bardzo skomplikowanym procesem, różne poprawki mają różne wielkości i mogą mieć

różne znaki, a trzeba je uwzględniać wszystkie równocześnie. Dwie najważniejsze poprawki relatywistyczne to: a) dylataция czasu (zegar na orbicie porusza się z dużą prędkością, więc spóźnia się względem zegara na Ziemi); b) grawitacyjne spowolnienie zegarów na Ziemi (zegar na orbicie jest w słabszym polu grawitacyjnym, więc gdyby spoczywał, to chodziłby szybciej niż zegar na Ziemi). Ta druga poprawka jest rzeczywiście przeciwnego znaku względem pierwszej.

Zachodzi przybliżona równość $1/[1 - 2GM/(c^2R)]^{1/2} \approx 1 + GM/(c^2R)$. Przybliżenie jest tym lepsze, im mniejszy jest ułamek $GM/(c^2R)$; następny człon przybliżenia jest proporcjonalny do $[GM/(c^2R)]^2 \approx 19,94 \cdot 10^{-20}$, więc jest dużo poniżej dokładności pomiaru. Dlatego dla systemu GPS obydwa wzory są jednakowo dobre.

4. Jeśli układ U' porusza się z prędkością v względem obserwatora O wzdłuż osi x, to zdarzeniu, które w układzie U' zaszło w chwili t' w punkcie o współrzędnej x' , obserwator O przypisze chwilę t i położenie x dane przez:

$$t = \frac{t' + x'v/c^2}{(1 - v^2/c^2)^{1/2}}$$

$$x = \frac{x' + vt'}{(1 - v^2/c^2)^{1/2}}.$$

Stąd można znaleźć spowolnienie zegarów spowodowane dylatacją czasu, skrócenie Lorentza i wzór na składanie prędkości. Jeśli dwa zdarzenia zachodzą w układzie U' w tym samym punkcie x' w chwilach t'_1 i t'_2 , to dla nieruchomego obserwatora O upływ czasu między nimi wyniesie

$$t_2 - t_1 = \frac{t'_2 - t'_1}{(1 - v^2/c^2)^{1/2}} > t'_2 - t'_1$$

(to jest „paradoks bliźniąt”). Obliczenie pozostałych dwu wielkości proponuję Panu jako ćwiczenie.

5. Używane przez kosmologów określenie „płaski Wszechświat” jest żargonowym skrótem. To nie 4-wymiarowa czasoprzestrzeń ma być płaska, tylko jej trójwymiarowe przekroje — przestrzeń stałego czasu. Poza tym, w kosmologii nie modeluje się detali geometrii. Operuje się tam przestrzeniami, w których lokalne nieregularności rozkładu materii (takie jak galaktyki i gromady galaktyk) zostały usrednione po dużych objętościach. Przestrzeń (3-wymiarowa) jest jednorodna i izotropowa z definicji, więc musi mieć stałą krzywiznę. Stała krzywizna ma tylko trzy możliwości: może być dodatnia, zerowa albo ujemna.

Jeśli stosuje się teorię względności w skali układu planetarnego, to trzeba uwzględnić detale zaniedbane w kosmologii. W tej skali „widać”, że przestrzeń nie jest płaska. To jest podobny problem jak z powierzchnią Ziemi: oglądana z orbity wydaje się dokładnie kulista, a z bliska widać wszystkie góry i doliny.

6. Rzeczywiście, dookoła czarnej dziury powinny istnieć świecące powierzchnie kul, utworzone z promieni okrążających czarną dziurę raz, dwa razy, trzy razy itd. Nie mamy jednak żadnej szansy na zaobserwowanie tego zjawiska, bo na te orbity łapana jest tylko mała część wiązki światła, które do czarnej dziury dochodzi. Pozostałe promienie albo omijają czarną dziurę, albo do niej wpadają. Światło z tych kul podlega więc trzystopniowemu osłabieniu: a) czarna dziura musi zostać „oświetlona” światłem innej galaktyki lub gwiazdy, które dobiegło z daleka, ma więc małe natężenie; b) tylko mała część tej dobiegającej wiązki ma odpowiednie kierunki początkowe, aby czarną dziurę okrążyć; c) wybiegające ze „świetlistych kul” światło ulega dalszemu osłabieniu na drodze do nas.

Pozdrowienia

Andrzej Krasinski

Dokończenie ze s. 135

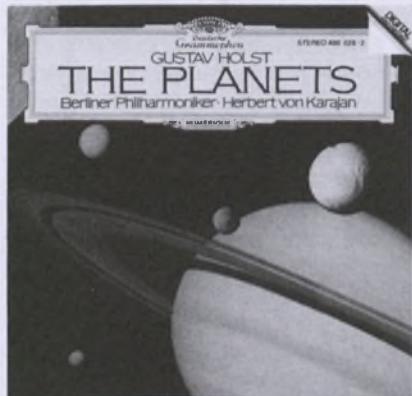
Ciel (<http://www.stargazing.net/astropc/>), w swojej zapowiadanej od pewnego czasu trzeciej odsłonie zamierza także udostępnić wersję pod Linuxa (<http://skychart.sourceforge.net>).

Spotka tam krajobraz konkurentów ukształtowany już podobnie jak pod Windowsem. Do kategorii konkurencyjnych linuxowych planetariów można zaliczyć obok XEphem jeszcze program Xplns (<http://www.astroarts.com/products/xplns/>), wyróżniający się wyświetlaniem mapy nieba także w projekcji opartej na współrzędnych ekleptycznych i galaktycznych. Śledzenie satelitów, włączone zresztą niedawno do Cartes du Ciel, jest od dawna przeprowadzane pod systemem Linux przy pomocy programu PREDICT (<http://www.qsl.net/kd2bd/predict.html>). Kolejnym jest... SKY-

MAP (<http://tdc-www.harvard.edu/software/skymap.html>), nie mający jednak nic wspólnego z popularnym SkyMap Pro (który ostatnio w swojej dziewiątej wersji nie uruchamia się już pod systemem Windows 95, a jedynie pod wyższymi wersjami oraz po pewnych modyfikacjach pod systemem Windows 95 SE). Klientem przeszukiwania SETI@home jest Ksetiwatch (<http://ksetiwatch.sourceforge.net>). Znane z niektórych programów wyświetlanie prawidłowo oświetlonego obrazu Ziemi i niektórych innych planet, który można dowolnie obracać w różnych rzutach, obsługuje Xplanet (<http://xplanet.sourceforge.net/>). Wreszcie jest jeszcze Nightfall Eclipse Binary Star Program (<http://www.lsw.uni-heidelberg.de/~rwichman/Nightfall.html>), silny program do obserwacji gwiazd zmiennych zakryciowych, który pokazuje animowane widoki składni-

Planety Gustava Holsta

Gustav Holst, brytyjski nauczyciel muzyki i puzonista, żyjący na przełomie XIX i XX w., zasłynął jako kompozytor w zasadzie dzięki jednej, ale jakże genialnej, suitie: *Planety*. Jest to obowiązkowa pozycja dla każdego miłośnika astronomii i muzyki. W zubożonym brzmieniu plików midi często towarzyszy internetowym witynom tematycznie poświęconym planetom Układu Słonecznego¹. Jej współczesne wykonania zarejestrowane na płytach CD zachwycają melodym brzmieniem i dynamiką. Można ją znaleźć w repertuarze wielu światowych sław.



¹ Najsłynniejsza witryna tego typu to *Nine Planets* (można ją zobaczyć pod adresem: www.costam.edu/nineplanets/nineplanets) autorstwa Billa Arnetta, mająca wiele językowych lokalizacji. Polska wersja powinna w niedalekiej przyszłości zagościć także na naszej uranijnej witrynie.

Planety Gustava Holsta doczekały się również wielu transkrypcji. Ich elektroniczną wersję nagrał w 1977 r. japoński instrumentalista Isao Tomita. Muzycy rockowi często sięgali po pierwszą część suite poświęconą Marsowi. Szczególnie upodobali sobie tę kompozycję członkowie legendarnego zespołu Emerson Lake And Palmer. Motyw Marsa Holsta wyraźnie posłużył Vangelisowi jako osnowa opisywanej tu już wcześniej *Mystodei*². Powszechnie uważa się, że muzyka Holsta była inspiracją dla wspaniałej muzyki filmowej Johna Williamsa w *Gwiezdnych Wojnach (Star Wars)*.

W czym tkwi siła *Planet* Holsta? Odpowiedź na to pytanie nie jest jednoznaczna. Z pewnością emocjonalny wpływ zarówno na kompozytora, jak i na odbiorca przez pierwszych słuchaczy, miał czas tworzenia dzieła — lata 1914–1917 — czas I wojny światowej. Utwór zatytuowany *Mars, The Bringer Of War* poraża poczuciem nieuchronności i okropieństwa wojny. Z kolei przynosząca pokój Wenus (*Venus, the Bringer of Peace*) zahwycia wziosłym pięknem i spokojem.

Kompozycja Holsta budzi szacunek również od strony formalnej. Wspaniałym zabiegiem okazało się zestawienie kontrastów: brutalny męską siłą Mars przeciwstawiony tchnącej łagodnością Wenus. Szybki i zwinny Merkury (*Mercury, the Winged Messenger*) przeciw-

² Z Vangelisem na Marsa, „Urania-PA” 5/2002.



Gustav Holst (1874 – 1934)

stawiony masywnemu i powolnemu Jowiszowi (*Jupiter, the Bringer of Jollity*).

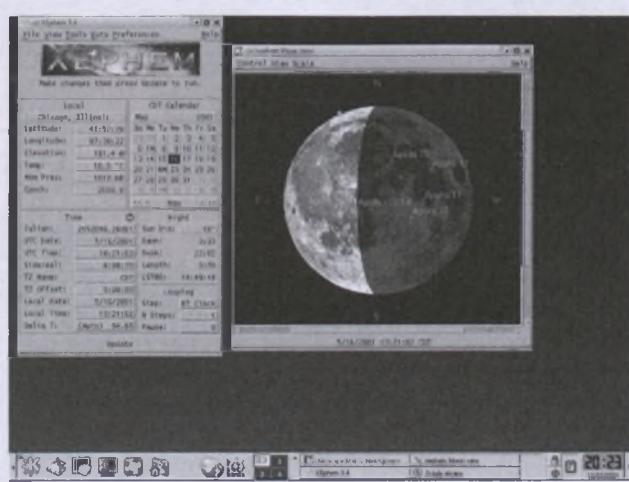
Nie jest tajemnicą, iż Holst napisał *Planety* pod wpływem fascynacji astrologią Dalekiego Wschodu. Patrząc od tej strony na jego dzieło, *Planety* są wspaniałą metaforą różnych stanów emocjonalnych człowieka, jego różnych etapów życiowych. Wspaniałą jest Saturn (*Saturn, the Bringer of Old Age*) — najbardziej dojrzały utwór Holsta. Czarujący jest Uran (*Uran, the Magician*). Zamkającą suite Neptun (*Neptun, the Mystic*) pozostawia słuchaczy w komplementacyjnej zadumie nad nieskończonością czasu i przestrzeni... Wszak nie było jeszcze świadomości *Big Bangu*...

J. Drażkowski

ków, oblicza syntetyczne krzywe blasku i krzywe prędkości radialnej, a nawet może wyznaczyć model najbardziej pasujący do wyników naszych obserwacji.

Więcej na temat podstaw wykorzystania Linuxa w astronomii, nie tylko Xephem, można znaleźć na stronie Linux Astronomy HOWTO (<http://en.tldp.org/HOWTO/Astronomy-HOWTO.html>), a bardziej zaawansowani znajdą coś dla siebie na LinuxAstro Software (<http://bima.astro.umd.edu/nemo/linuxastro/>). Natomiast NASA udostępnia ostatnio dokumentację oprogramowania wykorzystywanego w zakończonym niedawno programie sterowania satelitami FlightLinux (<http://flightlinux.gsfc.nasa.gov>) — w Polsce korzystał z niej Klub Garażowych Rakietników (<http://kgr.oa.uj.edu.pl/>).

Karol Pankowski



relaks z Uranią

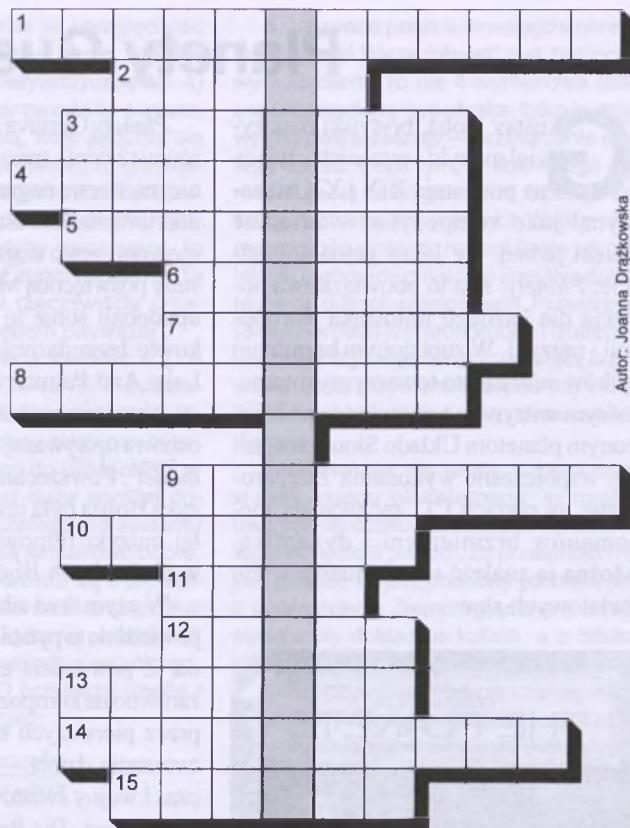
Rozwiązań krzyżówki z „Uranii-PA” nr 1/2003 są trzy nazwiska ubiegłorocznych laureatów Nagrody Nobla w dziedzinie fizyki: *Davis, Koshiba, Giacconi*.

Nagrody w postaci fotograficznych atlasów Księżyca trafią do **Janusza Magdy** z Trzęsówka i **Iwony Wojciechowskiej** z Łodzi. Gratulujemy. Nagrody wyślemy pocztą.

1. Polski astronom w okresie międzywojennym
2. Gwiazdozbiór z dwiema gwiazdami typu O w pasie
3. „Odkrywca” planety Ziemia
4. Dyski ... – otaczają czarne dziury
5. Meteory w lipcu
6. Jeden z satelitów Marsa
7. Autor obrazu *Gwiaździsta noc*
8. Znajduje się tam olbrzymi radioteleskop
9. Najwyższa warstwa atmosfery
10. Obserwatoria satelitarne na orbicie
11. Stan z pustynią
12. Napisał *Łowców meteorów*
13. Droga na niebie
14. Sonda wysłana na orbitę Księżyca w 1994 r.
15. „Gwiazda dzienna”

Do wygrania są 2 płyty CD z „kosmiczną” muzyką **X-Space Odyssey** wraz z autografem autora. Na rozwiązań czekamy do końca czerwca br. Osoby nie będące prenumeratorem „Uranii-PA”, aby wziąć udział w losowaniu nagród, muszą dołączyć do rozwiązania kupon umieszczony w lewym górnym rogu tej strony. Prenumeratorzy mogą przesyłać rozwiązania drogą elektroniczną.

Krzyżówka z hasłem



Autor: Joanna Drażkowska

ELEKTRONICZNA ODYSEJA KOSMICZNA
ODYSSEY
nowa płyta
„X-SPACE ODYSSEY”
Muzyczna podróż
przez Twoją Galaktykę
Do nabycia za zamówieniem pod
adresem e-mail: office@odyssey.neo.pl

Ciekawe strony internetowe...

Od pewnego czasu wracam do tej witryny. Jest tam olbrzymia liczba haseł, dotyczących przede wszystkim matematyki. Ale nie tylko... Swoje jeszcze nieco skromne miejsce ma astronomia, jest też fizyka i obszerna część biograficzna. Krótko mówiąc, dziś chcę zaproponować naszym Czytelnikom witrynę na stronie Erica Weissteina:

<http://mathworld.wolfram.com>

Witryna jest związana z Wolfram Research, firmą założoną przez Stephena Wolframa — twórcę programu Mathematica: „Chyba każdy z Państwa widział go albo słyszał coś o nim” — powtarzam to za bohaterem jednej z powieści Juliusza Verne'a, prezesem Klubu Puszkarzy rozpoczynającym taką uwagę na temat Księżyca swoje przemówienie, w którego konkluzji znalazła się propozycja wystrzelenia pocisku w kierunku naszego najbliższego sąsiada. Można sobie o tym poczytać w artykule panów Domańskiego i Štefla. (rs)

Wytrawni znawcy nocnego nieba z pewnością rozpoznają na poniższym zdjęciu gromadę otwartą M 67 w gwiazdozbiorze Raka. To jedna z najstarszych gromad otwartych. Jej wiek jest szacowany na 5 mld lat. Z lewej strony towarzyszy jej planeta Jowisz. Zdjęcie zostało wykonane w ognisku głównym refraktora 65/400 25 lutego br. o godz. 20.05 CSE (eksp. 12 min). Fot. Mariusz Świętnicki

Galeria Uranii



Mariusz Świętnicki jest również autorem bardzo ciekawego zdjęcia, które mogłyby posłużyć jako zagadka: „Co ono przedstawia”? Osoby dobrze znające Tatry mogłyby rozpoznać na tle tarczy zachodzącego Słońca najwyższy szczyt tego pasma górskiego — Gerlach (2655 m n.p.m.). Ciekawe, czy przeszły komiczki do głowy, skąd zostało zrobione to zdjęcie?

Odpowiedź może wielu zaskoczyć: zdjęcie to zostało wykonane z odległości 180 km połoniny bieszczadzkiej!

Jak pisze Autor, pomysł ten narodził się dwa lata temu. Obliczenia wykonane przez Jacka Adamika wskazywały na datę 22 marca i szczyt Połoniny Caryńskiej (1297 m n.p.m.).

Do wykonania zdjęcia posłużył refraktor 65/400 z dołączonym telekonwerterem. Nie dawał on jednak możliwości dostrzeżenia szczytów Tatr w ciągu dnia. Tym większe emocje towarzyszyły momentowi pojawiennia się czarnego profilu postrzępionych turni na tle czerwonej tarczy.



Astronomiczne spotkania



Fot. Gerard Szukay

w Grudziądz...
i w Łodzi



Fot. Roman Fangor

O Ogólnopolskim Seminarium Miłośników Astronomii w Grudziądz
piszemy na s. 132, natomiast relacje ze Kana Sekcji Obserwacji
Pozycji i Zakryć zamieszczaamy na s. 130.

Urania

4/2003 (706)

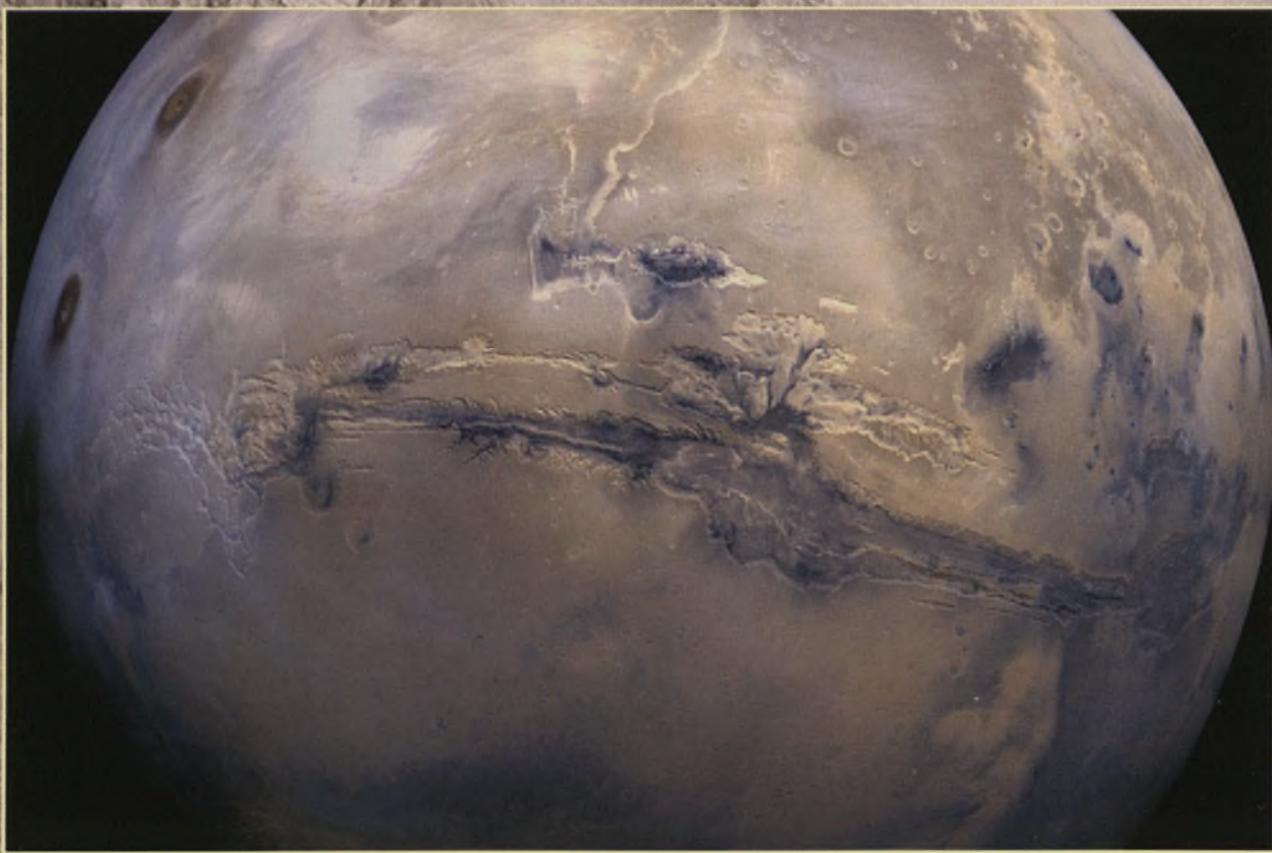
tom LXXIV

lipiec—sierpień

POSTĘPY ASTRONOMII

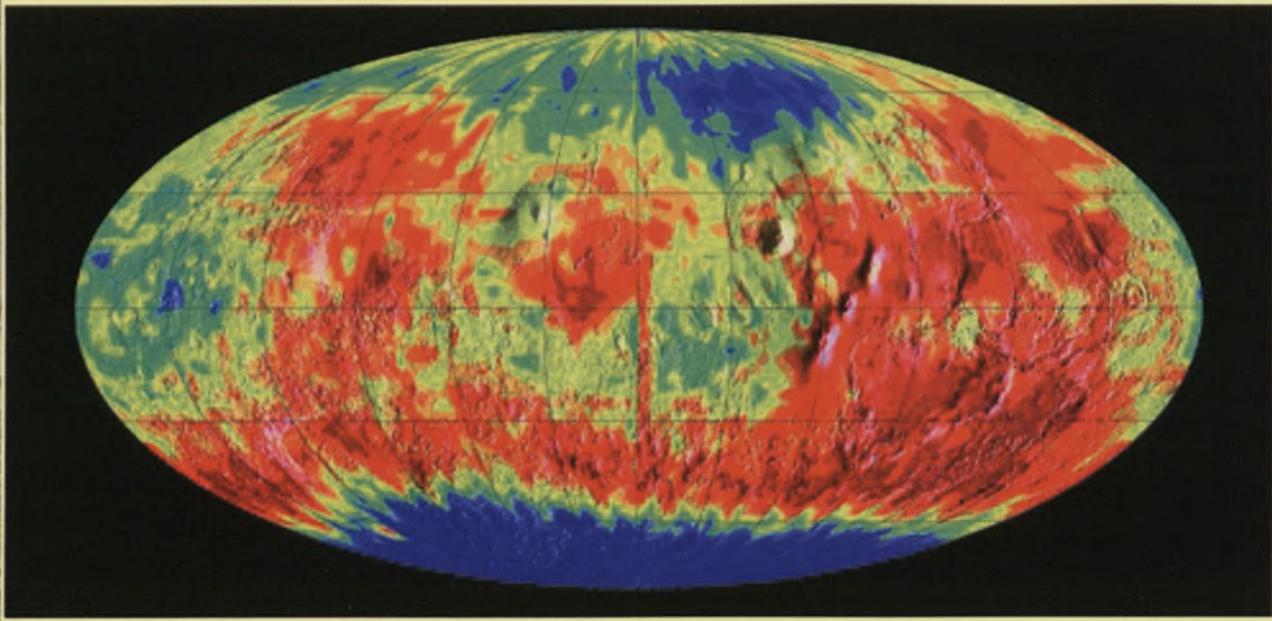
- O problemie odległości w kosmologii
- Powstawanie układów planetarnych
- Wyprawa na Phobosa
- Astronomem był także Leonardo da Vinci





Ten potężny kanion, przerzynający Marsa na pół, jest zaiste największym takim tworem w całym Układzie Słonecznym. Nazywa się Valles Marineris i ma ponad 3 tys. kilometrów długości oraz do 600 km szerokości i aż 8 km głębokości! Przy nim nasz rodzime Wielki Kanion w Arizonie, to doprawdy liliut (800×30×1,8 km).

Nie jest rozstrzygnięte, jak mogła powstać tak gigantyczna rozpadlina, jednak przypuszcza się, że to „blizna” sprzed miliardów lat, po okresie schładzania się planety. To efektowne zdjęcie jest montażem ponad stu obrazów uzyskanych przez sondy Viking w latach 70. ubiegłego wieku. Fot. Viking Project, USGS, NASA



Ta feeria barw jest, o dziwo, wielce pomocna w poszukiwaniach wody na Marsie. W barwach fałszywych przedstawiono natężenie promieniowania, skądinąd Czerwonej Planety, w... energetycznych neutronach, zarejestrowane przez instrumenty sondy Mars Odyssey. Jak nietrudno się domyślić, od neutronów do odkrycia wody droga jest daleka. Cała tajemnica polega na wykorzystaniu promieni kosmicznych z przestrzeni międzyplanetarnej, nieustannie przebijających się przez cienką atmosferę Marsa i bombardujących jego powierzchnię. W niej właśnie dochodzi do oddziaływania z pierwiastkami górnej warstwy gleby, w wyniku którego część neutronów jest odsyłana z powrotem w Kosmos. Okazuje się, że jeśli gleba zawiera wodór będący wskaźnikiem istnienia wody, wówczas silnie wzrasta absorpcja owych energetycznych neutronów. Badając zmiany tejże absorpcji, można namierzyć miejsca o podwyższonej zawartości wodoru. Czyli w konsekwencji wody, gdyż w pobliżu powierzchni jest to jego najbardziej prawdopodobna forma występowania. Kolory uzyskanej mapy są dobrane tak, że błękit — w zgodzie z intuicyjnym domysłem — faktycznie odpowiada obszarom o największej koncentracji podpowierzchniowej wody, głównie w okolicach bieguna południowego planety. Fot. Mars Odyssey, GRS Team, ASU/LPL, NASA

Wielce Szanowni i Drodzy Czytelnicy,

Rok bieżący jest rokiem Wielkiej Opozycji Marsa. W dniu 28 sierpnia 2003 r. Słońce, Ziemia i Mars znajdują się w jednej linii — Mars będzie widziany z Ziemi dokładnie po przeciwniej stronie niż Słońce. Odległość z Ziemi do Marsa wynosić wtedy będzie 55,76 mln km. Ostatni raz Mars był tak blisko nas 23 sierpnia 1924 r. Średnica Czerwonej Planety będzie wynosiła 25,1 sekundy łuku. Umożliwi to nam łatwiejsze obserwacje szczegółów na tarczy planety z naziemnych obserwatoriów, ale stanowi też szczególną okazję dla badań Marsa za pomocą stacji kosmicznych. Aż pięć jednostek nowej ziemskiej floty badawczej zawita w pobliże Marsa lub na jego powierzchnię. Najdawniej, bo 4 lipca 1998 r. wyruszyła tam japońska sonda Nozomi i po wielu nieprzewidzianych przygodach dotrze do Marsa na przełomie roku 2003/2004.

Na początku czerwca br. wystartowała do Marsa europejska sonda orbitująca Mars Express z lądownikiem Beagle 2 oraz dwa Marsjańskie Pojazdy Badawcze „Mars Exploration Rover” wysłane przez NASA. Widac więc, że Mars jest ciągle ciekawym obiektem badań zwłaszcza wobec fascynującej możliwości znalezienia dowodów obecnego lub przeszłego życia na tej planecie. Na stronach kolorowych przybliżamy Państwu najnowsze obrazy powierzchni tej planety uzyskane głównie przez stację Mars Odyssey, która pracuje na marsjańskiej orbicie od października 2001 r. A wewnątrz numeru piszemy o perspektywach wyprawy człowieka na Marsa i przybliżamy sondę Mars Express oraz aparat, który ma wylądować na powierzchni Czerwonej Planety.

W roku bieżącym zakończy pracę wielce zasłużona sonda kosmiczna Galileo. Przez ponad 7 lat krąży wokół Jowisza i przekazuje na Ziemię przepiękne obrazy tej wielkiej planety i jej księżyców. Po drodze do Jowisza dokonała wielu innych ciekawych obserwacji, m.in. zderzenia komety Shoemaker-Levy 9 z Jowiszem, pierwszych zdjęć planetoid Gaspra, Ida i odkrycia księżyca wokół jednej z planetoid. Zakończy swój żywot we wrześniu 2003 r. poprzez zderzenie z Jowiszem. Na kolorowej rozkładówce przypominamy syntetyczne jej dokonania.

Tak wiele dzieje się w Kosmosie i tak wiele napływa doniesień o doniosłych odkryciach, że tylko w krótkich notatkach w „Rozmaitościach” możemy o tym poinformować Państwa, odkładając na później bardziej dogłębne omówienie niektórych tematów.

W tym zeszycie pragniemy przybliżyć problem określania odległości w kosmologii. Co oznacza odległość w sytuacji, gdy operujemy miliardami lat? W artykule profesora J. Sikorskiego z Gdańskiego jest wiele wzorów (niestety — taka już jest nauka!), które mają na celu dostarczenie Państwu elementarnej wiedzy i podstaw, które pozwolą uniknąć kontrowersji związanych z tym problemem.

Piórem prof. Zbigniewa Dworaka z Krakowa przedstawiamy zagadnienie powstawania układów planetarnych wokół gwiazd. Odkrycie planety podobnej do Ziemi wokół jakiejś gwiazdy miałyby kapitalne znaczenie dla poszukiwania życia, a jeszcze lepiej, cywilizacji kosmicznej. Jest to ambitny cel wielu programów badawczych i warto od czasu do czasu zapoznać się z aktualnym stanem myśli i badań w tej dziedzinie.

Czy wiedzieliście Państwo, że Leonardo da Vinci był także astronolem? Jak studiował naturę Księżyca? Czy zbudował samodzielnie lunetę? Odsyłam Państwa do ciekawego artykułu prof. Józefa Smaka. A czym jest zorza polarna? Wyjaśnia to artykuł Andrzeja Barana z Krakowa.

O wysokich i niskich pełniach Księżyca w „Astronomii w Szkole” pisze prof. A. Opolski. Takie obserwacje astronomiczne mogą być przeprowadzone już w najmłodszych klasach szkoły podstawowej. Bardziej zaawansowanym obserwatorom Wiesław Skórzyński radzi, jak fotografować planety aparatem cyfrowym. A jak wspaniale potrafić Państwo posługiwać się aparatem fotograficznym, pokazując zamieszczone w tym zeszycie Państwa zdjęcia majowych zjawisk astronomicznych.

O kometach zimy 2003 r. pisze Tomasz Ściążor z Krakowa. Ten sam Autor opracował kalendarzyk astronomiczny, już na wrzesień i październik.

Gorąco zachęcam Państwa do skorzystania z wakacyjnych wyjazdów za miasto i ciepłych wieczorów, aby rzucić okiem na wspaniałą wstęgę Drogi Mlecznej i inne osobliwości rozgwieżdżonego nieba.

Życzę Państwu przyjemnej lektury

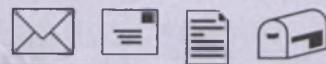


fot. A. Deutsza-Wiśniewski

Toruń, w czerwcu 2003 r.

URANIA

Skonserwator



Jestem zadowolony z Waszego czasopisma. Są w nim zawarte wszystkie najważniejsze informacje dotyczące astronomii, również z życia społeczności astronomicznej w Polsce, poradniki, wiele innych działań. Taki układ czasopisma jest doskonały, chociaż żałuję, że nie ma więcej stron lub nie ukazuje się częściej, ale powody są oczywiście znane. Bardzo chciałbym pomóc „Uranię-PA” i jeśli jako zwykły czytelnik mógłby pomóc, chętnie to zrobię, bo ciągle pamiętam wstęp do numeru bodajże szóstego z zeszłego roku, w którym był przedstawiony stan finansów czasopisma.

Z poważaniem

Sebastian Krawel

Reguła Titusa-Bodego: prawda czy fałsz?

O swojej regule pisał Titius w jednej z książek Bonnetta w sposób następujący: „Jeżeli zwrócić uwagę na odległości między orbitami sąsiednich planet, to można zauważać, że odległości te zwiększały się prawie proporcjonalnie do promieni samych orbit. Jeżeli odległość Saturna od Słońca przyjąć za 100 jednostek, to Merkury znajduje się od Słońca w odległości 4 jednostek, Wenus w odległości $4 + 3 = 7$ jednostek, Ziemia

$4 + 6 = 10$ jednostek, Mars $4 + 12 = 16$ jednostek. Ale po przejściu od Marsa do Jowisza występuje odstępstwo od tego dokładnego postępu. Po Marsie takim postępowi odpowiada odległość $4 + 24 = 28$ jedostek, lecz w tej odległości nie ma żadnej planety, ani księżyca planety. (...) Dalej znajdujemy położenie Jowisza, odpowiadające $4 + 48 = 52$ jednostkom, natomiast Saturn znajduje się w odległości $4 + 96 = 100$ jedostek.” Można łatwo zauważać, że liczby dodawane do czwórki (3, 6, 12, 24, 48...) tworzą postęp geometryczny o pierwszej liczbie 3 i ilorazie 2. Regułę tę zapisuje się obecnie w postaci wzoru:

$$r_n = 0,4 + 0,3 \cdot 2^n$$

gdzie „ r ” to średnia odległość planety od Słońca, zaś „ n ” = ∞ (nieukończoność) dla Merkurego, oraz $n = 0, 1, 2, \dots$ dla następnych planet.

Reguła ta stała się po-wszechnie znana po odkryciu Urana (1781 r.), a swój tryumf świeciła po odkryciu planetoidy Ceres (1801 r.). W 1846 r. został odkryty Neptun zupełnie nie pasujący do reguły i od tego czasu stała się ona „czarna owcą” astronomii. Większość astronomów stwierdziła, że reguła ta jest przypadkową zbieżnością liczb. Została ona ponownie wyciągnięta z lamsu w 1995 r. po odkryciu planet Wolszczana. Tsvi Mazeh i It-

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!

Przypominamy:

Zjazd Polskiego Towarzystwa Astronomicznego w Toruniu 8-12 września 2003 r.

Planowane Sesje Naukowe poświęcone będą tele-skopowi SALT, astrofizyce wysokich energii, astrobiologii i współpracy europejskiej w astronomii.

Szczegółowy program Zjazdu na stronach internetowych PTA:

<http://www.pta.edu.pl>

Tam też formularz zgłoszeniowy.

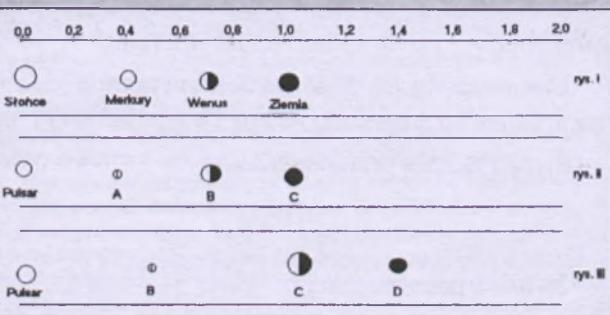
Kontakt: LKO Zjazdu PTA, Centrum Astronomii UMK, Gagarina 11, 87-100 TORUN;

elektronicznie: zjazd@astri.uni.torun.pl

zak Goldman dokonali porównania układu planetarnego pulsara z wewnętrzną częścią Układu Słonecznego. Aby porównać odległości, dokonali ich normalizacji, tzn. odległości planet Wolszczana pomnożyły przez 2,13 — tak, aby dla trzeciej planety otrzymać dokładnie jedynkę. Po tym zabiegu okazało się, że względne odległości planet Wolszczana i trzech pierwszych planet Układu Słonecznego są praktycznie takie same z dokładnością do pięciu procent. „Układy planetarne pulsara i Słońca są zatem zbu-

dowane według tego samego planu. (...) Jest to stwierdzenie poprawne dla założenia, że Wolszczan odkrył planety: pierwszą, drugą i trzecią w kolejności od pulsara. Tego jednak nie możemy być do końca pewni. Można jednak założyć, że Wolszczan odkrył nie 1, 2, 3 planetę, ale np. 2, 3, i 4. (...) Przeprowadźmy normalizację, aby dla planety C otrzymać jedynkę. Okazuje się, że przy takich założeniach ta reguła nie znalazła uzasadnienia.

Ewa Situch
Radzyń Podl.



VII OZMA 2003 MARS

Orkusz, 31 lipca – 3 sierpnia 2003

To będzie już VII Ogólnopolski Zlot Miłośników Astronomii. Przypomijmy, że pierwszy odbył się w 1997 r. w Niedźwiadach koło Szubina, następny w Borówku, potem był Urzędów, Frombork, znowu Niedźwiady, 2002 r. w Królikowie, a teraz Orkusz k. Prabut pod Kwidzynem, w Ośrodku Wczasowym. Organizatorami tego przedsięwzięcia są członkowie Palucko-Pomorskiego Stowarzyszenia Astronomiczno-Ekologicznego z Niedźwiad, z Danutą Gajda na czele. Wszelkie informacje są zawarte na stronie

www.ozma.astronomia.pl

Zgłoszenia listownie na adres:

Danuta Gajda, ul. Szeroka 7d, 82-500 Kwidzyn
lub mailem na adres: dagajda@poczta.onet.pl
Zgłoszenia prosimy nadsyłać do 15 lipca 2003 r.

Ogłoszenie drobne: Sprzedam głowicę z elektrycznym prowadzeniem do „Uniwersala 8”, tel. (044) 647-48-30.

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: 2000 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:
Karolina Wojtkowska, CA UMK,
ul. Gagarina 11, 87-100 TORUŃ
tel. (0-56) 611 30 14
E-mail: urania@astri.uni.torun.pl

Prenumerata w roku 2003 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 2003

* Materiałów nie zamówionych Redakcja nie zwraca, a wykorzystując zastrzeżone 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 *O problemie odległości w kosmologii*

Jerzy Sikorski

Wiedząc o skończonej prędkości światła oraz o ekspansji kosmologicznej, można domyślić się, że przed miliardami lat obserwowany obiekt był w zupełnie innej odległości od naszej Galaktyki niż jest obecnie. Jak należy w takim razie rozumieć odległość do takich obiektów?

152 *Powstawanie układów planetarnych*

T. Zbigniew Dworak

W tym artykule autor przedstawia okoliczności, w jakich dochodzi do ewolucji gwiazd i populacji podobnych do Słońca. Są to zarazem warunki konieczne, aczkolwiek nie wystarczające, do powstawania planet typu ziemskiego.

156 *Wyprawa na Phobosa*

Andrzej Marks

W literaturze kosmonautycznej istnieje powszechnie przekonanie, że nastepnym ciałem kosmicznym (po Księżycu), na którym wylądują ludzie, będzie planeta Mars. Zdaniem autora, celem wyprawy stanie się raczej naturalny księżyc Marsa, Phobos.

164 *Astronomem był także Leonardo da Vinci*

Józef Smak

Wszyscy dobrze wiemy, że Leonardo da Vinci był genialnym artystą i równie genialnym wynalazcą — autorem pomysłów wyprzedzających epokę. Jednak nie wszyscy wiedzą, że Leonardo interesował się również astronomią i nie były to tylko bierne zainteresowania...

166 *Zrozumieć zjawisko zorzy polarnej*

Andrzej Baran

Fenomenalne zjawisko, sporadycznie widziane z terenów Polski. Jak powstaje, jak wygląda, co myśleli o nim starożytni?

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

rozmaitości: Mars Express wystartował (159); Mgławica Bumerang – najzimniejsze miejsce we Wszechświecie? (160); Rozbłysk GRB030329 (160); Jowisz przekroczył sześćdziesiątkę! (161); Portret świata w podczerwieni (161); Sędziwy Galileo wciąż użyteczny (162); Gwiazdy i czarne dziury – kosmiczni rówieśnicy (162); Nowy księżyc Saturna (163); Znamy już dwie planetoidy towarzyszące Ziemi (169); Największy plac budowy we Wszechświecie (190)

w kraju: PTA informuje (121); XIX OMSA w Grudziądzu (133)

126 **poradnik obserwatora:** Aparat cyfrowy w astrofotografii (cz. IV – fotografowanie planet)

127 **astronomia w szkole:** Wysokie i niskie pełnie Księżyca

130 **P.T. Miłośnicy Astronomii obserwują:** Kometarna zima 2003

136 **kalendарь astronomiczny 2003:** wrzesień — październik

143 **astronomia i muzyka:** Muzyka początku Wszechświata

144 **relaks z Uranią:** krzyżówka

144 **ciekawe strony internetowe**

NA OKŁADCE

Czyżby słynne kanały na Marsie? Poniekąd. Zdjęcie wykonane przez sondę Mars Global Surveyor, krążącą wokół Czerwonej Planety od 12 września 1997 r., jest z grona tych z największą rozdzielnością. Na każdy piksel obrazu, obejmującego obszar 1500 m, przypada 1,5 m; oznacza to, że na zdjęciu tym byłoby możliwe rozpoznanie szkolnego gimbusa! Takich rewelacji co prawda tu nie ma, niemniej jednak kanały czy może wąwozy — faktycznie są.

Wszystko wskazuje na to, że w niedawnych — geologicznie — czasach, woda mogła aktywnie kształtać jeden z kraterów uderzeniowych Basenu Newtona, na Morzu Syren (39,0° S, 166,1° W). Przypuszczalnie wody podpowierzchniowe przebijają się czasami przez pewną warstwę wąłu otaczającego krater i spływają w dół, powodując erozję. Chłód Marsa i mała grubość jego atmosfery powodują, że co prawda woda ma szansę dopłynąć do dna krateru, ale tam już szybko wrze, paruje i zamiera — wszystko jednocześnie! Nawiasem mówiąc, owa podpowierzchniowa woda (najczęściej w postaci lodu), to podtrzymanie nadziei na istnienie jakiejś formy życia na Marsie; a praktycznie — rezeruar wody dla człowieka, gdy ten postawi kiedyś swą stope na kolejnym lądzie.

Fot. Malin Space Science Systems, MGS, JPL, NASA

O problemie odległości w kosmologii

Od czasu do czasu pojawia się w mediach doniesienie o odkryciu przez astronomów jakiegoś rekordowo odległego obiektu — galaktyki lub kwazara — którego badanie dostarcza nam nowej wiedzy o Wszechświecie. Podaje się przy tym także wyznaczoną odległość wyrażającą się zwykle liczbą wielu miliardów lat świetlnych. W tym momencie odbiorca takiej informacji, który nie jest zawodowym astronomem, ale którego te zagadnienia interesują, może mieć pewne wątpliwości co do interpretacji odebranej wiadomości. Wiedząc o skończonej prędkości światła oraz o ekspansji kosmologicznej, można przecież domyślić się, że przed miliardami lat nasz obiekt był w zupełnie innej odległości od naszej Galaktyki niż jest obecnie. Jak należy w takim razie rozumieć odległość do takich obiektów? Spróbuję przybliżyć ten problem.

Dla zawodowego astronoma kosmologa są to sprawy dobrze znane, lecz dla szerszego kręgu czytelników „Uranii-PA” zapewne warte opisania. Nie jest to jednak tekst całkiem popularny. Zawiera sporo wzorów i wymaga pewnej wiedzy matematycznej oraz fizycznej — przynajmniej na poziomie bardzo dobrej szkoły średniej.

Zapewne każdy niemal z naszych czytelników zetknął się z prawem Hubble'a w klasycznej postaci $v = H_0 d$. Prawo to zaliczane do największych odkryć astronomii XX wieku uświadomiło nam fakt ekspansji naszego Wszechświata,

a przy okazji stało się jedną z metod wyznaczania odległości w skali kosmologicznej. Od ponad siedmiu dziesięcioleci trwa obserwacyjna weryfikacja wartości liczbowej stałej Hubble'a, H_0 . Zwykle wykorzystuje się do tego celu obserwacje cefeid lub supernowych w innych galaktykach. Obecnie najczęściej przyjmowana jest wartość $H_0 = 65 \pm 8$ km/s/Mpc. Jak wiemy, podstawową obserwabłą przy wykorzystywaniu prawa Hubble'a jest wielkość przesunięcia linii widmowych, $z = \Delta\lambda/\lambda_0$, w widmie badanego obiektu. Gdy przesunięcia są stosunkowo niewielkie, możemy korzystać z nierelatywistycznej wersji wzoru Dopplera na prędkość radialną $v_r = cz$. W ogólniejszym jednak przypadku musimy korzystać z pełnej relatywistycznej postaci wzoru Dopplera

$$z = \frac{\Delta\lambda}{\lambda_0} = \frac{1 + \frac{v_r}{c}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - 1 \quad (1)$$

Jak widać (1), nie tylko czysto radialna składowa prędkości, v_r , jest istotna, lecz także całkowita wartość v względnej prędkości obiektu i obserwatora. Jednak przy analizie bardzo odległych obiektów można w pierwszym przybliżeniu zaniedbać ich ruchy własne w macierzystej gromadzie galaktyk i utożsamiać $v \equiv v_r$. Wówczas z formuły 1 dostaniemy:

$$v = c \cdot \frac{(z+1)^2 - 1}{(z+1)^2 + 1} \quad (1a)$$

Z dość dobrym przybliżeniem można zaakceptować jako granicę stoso-

walności formuły nierelatywistycznej wartość $z \approx 0,15$. Dla tej liczby otrzymamy bowiem z formuły nierelatywistycznej prędkość oddalania się obiektu $v \approx 45000$ km/s, zaś z formuły relatywistycznej $v \approx 41658$ km/s. Różnica jest więc ok. 7%. Wykorzystując prawo Hubble'a z wartością $H_0 = 65$ km/s/Mpc, dostaniemy w pierwszym przypadku odległość ok. 2,25 mld lat świetlnych, zaś w drugim ok. 2,1 mld lat świetlnych. W tym miejscu można już jednak postawić sobie pewne istotne pytania:

1) Czy wolno nam, operując już skalą miliardów lat, używać stałej wartości H_0 wyznaczonej na podstawie obserwacji stosunkowo bliskich galaktyk odległych najwyższej o kilkaset milionów lat świetlnych?

2) Co w ogóle oznacza odległość w sytuacji, gdy operujemy miliardami lat świetlnych? Czy chodzi o odległość obiektu w chwili emisji widocznego dziś światła (jak było przed miliardami lat), czy też o jego odległość od nas w chwili obecnej? Przecież na skutek globalnej ekspansji odległości kosmologiczne między obiektami stale się zwiększą i w skali miliardów lat nie sposób tego nie uwzględnić.

3) Jaką właściwie drogę przebywa światło od dalekiego obiektu do nas? Wyemitowane światło biegnie ze skończoną prędkością, trwa to bardzo długo (według czasu kosmologicznego), a jednocześnie trwa ekspansja i wzajemne oddalanie się obiektu od miejsca przyszłej obserwacji. Przebyta droga nie będzie więc równa ani odległości początkowej (w chwili emisji widocznych dziś fotonów), ani odległości obecnej w chwili dokonywania obserwacji.

Widzimy, że problem odległości w kosmologii nie jest wcale taki trywialny. Do dyspozycji mamy bowiem tylko dwie wielkości: zmierzona dla obiektu wartość „poczerwienienia” kosmologicznego, $z = \Delta\lambda/\lambda_0$, oraz wyznaczoną dla dzisiejszej epoki wartość stałej H_0 . Przy pomocy tych dwóch liczb musimy wyrazić poszukiwaną odległość. Jednakże zagadnienie, o którym tu piszemy, nie jest nowe. Jego rozwiązanie jest znane kosmologom od kilkudziesięciu lat i opisane w wielu akademickich monografiach, np. [1], [2], [3]. Może warto przybliżyć je także tym czytelnikom, dla których fachowe monografie z różnych przyczyn są niedostępne.

Podstawowe równanie kosmologiczne (bez stałej kosmologicznej oraz przy zaniedbaniu ciśnienia materii wypełniającej Wszechświat) ma postać

$$\frac{8\pi G}{3} \rho - \left(\frac{\dot{R}}{R} \right)^2 = \frac{kc^2}{R^2} \quad (I.1)$$

gdzie ρ to średnia gęstość materii we Wszechświecie, $R(t)$ — tzw. kosmologiczny czynnik skali opisujący ekspansję kosmologiczną, kropka oznacza pochodną po czasie $\dot{R} \equiv dR/dt$, zaś $k = 0, +1, -1$ odpowiada trzem znanym typom modeli kosmologicznych Friedmana. W szczególności modelowi o geometrii euklidesowej ($k = 0$) odpowiada tzw. „krytyczna” średnia gęstość materii, ρ_c . Odległość między dwoma punktami (obiektami), d , w chwili t można zapisać jako $d(t) = |\dot{R}|R(t)$, gdzie $|\dot{R}| = 1$ to wektor jednostkowy. Po czasie Δt odległość ta zwiększy się na skutek ekspansji i będzie wynosiła $d'(t + \Delta t) = |\dot{R}|R(t + \Delta t)$. Możemy więc napisać prostą proporcję

$$d'/d = R(t + \Delta t)/R(t) \quad (I.2)$$

Przyrost odległości wyniesie więc

$$\Delta d = d' - d = d[(R(t + \Delta t) - R(t))/R(t)] \quad (I.3)$$

zaś tempo wzajemnego oddalania się

$$v = \Delta d/\Delta t = [(R(t + \Delta t) - R(t))/(R(t)\Delta t)]d \quad (I.4)$$

co po przejściu w granicy do pochodnej możemy zapisać

$$v = (\dot{R}/R)d \quad (I.4a)$$

Porównując z prawem Hubble'a $v = Hd$, widzimy, że

$$H = \dot{R}/R \quad (I.5)$$

Tak więc parametr Hubble'a H nie jest wielkością stałą, lecz jest funkcją czasu, a konkretna postać $H(t)$ zależy od rozważanego modelu kosmologicznego. W szczególności rozwiązując równanie (I.1) dla przypadku $k = 0$, otrzymamy

$$R(t) = (6\pi G\rho_0 R_0^3)^{1/3} t^{2/3} \quad (I.6)$$

(indeks zero odnosi się zawsze do obecnej chwili t_0). Po zróżniczkowaniu po czasie i wstawieniu do (I.5) otrzymujemy

$$H(t) = \dot{R}/R = 2/(3t) \quad (I.7)$$

Dla dzisiejszej chwili to (obecny wiek Wszechświata) mamy właśnie wielkość $H_0 = H(t_0)$ wyznaczaną obserwacyjnie z relatywnie bliskich galaktyk. Stąd zaś $t_0 = 2/(3H_0)$.

Nasze równanie kosmologiczne (I.1) możemy więc zapisać

$$(8\pi G/3)\rho - H^2 = kc^2/R^2 \quad (I.8)$$

zaś tzw. gęstość krytyczną ρ_c (dla $k = 0$)

$$\rho_c = 3H^2/(8\pi G) \quad (I.9)$$

Wprowadza się też tzw. parametr $\Omega = \rho/\rho_c$, który dla modeli z $k = +1$ jest $\Omega > 1$, zaś dla $k = -1 \Omega < 1$.

W ramce przypominamy kilka podstawowych dla kosmologii równań i zależności przydatnych dla analizy używanych dalej formuł. Widać z nich natychmiast, że odpowiedź na nasze powyższe pytanie (1) jest negatywna. Nie można dzisiejszej wartości stałej H_0 używać wprost w prawie Hubble'a dla obiektów dalszych niż kilkaset milionów lat świetlnych.

Odpowiedź na pytanie (2) była znana już pod koniec lat 50. Rozwiązanie zostało znalezione m.in. przez Mattiga w 1958 r. Podamy tu, bez nieco zmu-

nego wyprowadzenia, końcowe rezultaty jego rozważań. Jeśli obserwujemy obiekt z przesunięciem linii w widmie równym $z = \Delta\lambda/\lambda_0$, to obecnie znajduje się on w odległości d_o wyrażającej się formułą

$$d_o = \frac{2c}{H_o} \frac{\Omega z + (\Omega - 2)[\sqrt{\Omega z + 1} - 1]}{\Omega^2(z+1)} \quad (2)$$

gdzie parametr $\Omega = \rho/\rho_c$ charakteryzuje typ modelu kosmologicznego (patrz ramka), zaś H_o to wartość stałej Hubble'a w dzisiejszej epoce. Obiekt ten w chwili wyemitowania widocznego

dziś światła (czyli np. przed miliardami lat) znajdował się w odległości d_1 równej

$$d_1 = d_0/(z+1) \quad (3)$$

Zauważmy, że dla modelu z geometrią euklidesową ($k=0$ i $\Omega=1$) formuła (2) daje nam

$$d_0 = \frac{2c}{H_0} \left[1 - \frac{1}{\sqrt{z+1}} \right] \quad (4)$$

Dla małych wartości $z \ll 1$ możemy w (4) zastosować rozwinięcie w szereg

$$d_0 = \frac{2c}{H_0} \left[1 - \frac{1}{\sqrt{z+1}} \right] \approx \frac{2c}{H_0} \cdot \frac{1}{2} z + \dots = \frac{cz}{H_0} \quad (5)$$

a stąd już tylko krok do klasycznej formuły Hubble'a $cz = v = H_0 d_0$.

Weźmy dla przykładu jeden z rekordowo „poczerwienionych” obiektów mających $z = 5,25$. Wówczas dla modelu z $k=0$ ($\Omega=1$) oraz $H_0 = 65$ km/s/Mpc otrzymamy z (4) $d_0 = 18$ mld lat świetlnych, zaś $d_1 = d_0/(z+1) = 2,88$ mld lat świetlnych. Widać, że na wartość d_0 możemy otrzymać nawet więcej miliardów lat świetlnych niż wynosi szacowany wiek Wszechświata wyrażony w miliardach lat. Nie ma w tym jednak nic dziwnego, gdyż Wszechświat z $k=0$ ma prawo być przestrzennie nieskończony. Dziś widzimy z naszego obiektu światło wysiane w chwili, gdy odległość wynosiła d_1 , zaś obecnie jest on w odległości d_0 , a wysiane dziś z niego światło doleci do naszej Galaktyki po kolejnych wielu miliardach lat. Lecz wówczas sam obiekt być może nie będzie już istniał.

Z formuły (4) — cały czas dla $\Omega=1$ — możemy obliczyć największą teoretycznie możliwą odległość d_0 . Odpowiada to przejściu do granicy $z \rightarrow \infty$. Otrzymamy wówczas

$$d_0 \rightarrow 2c/H_0 \quad (6)$$

Ponieważ jednocześnie dla takiego modelu mamy $H = 2/(3t)$ (patrz ramka), więc graniczne $d_0 \rightarrow 3ct_0$. Przyjmując przykładowo obecny wiek Wszechświata $t_0 = 15$ mld lat, mielibyśmy (teoretycznie) największe możliwe d_0 ok. 45 mld lat świetlnych. Jest to jedna z możliwych definicji promienia tzw. horyzontu kosmologicznego $R_H(t) = 3ct$.

Przejedźmy teraz do wyrażonego wcześniej pytania (3), dotyczącego drogi, jaką przebywa światło od chwili

wyemitowania przez rozważany obiekt aż do chwili jego obecnej obserwacji. Korzystając z (3) oraz z faktu, że każdy dystans można zapisać $d = |\dot{r}|R(t)$, otrzymujemy

$$R_0 = R(z+1) \quad (7)$$

Przywołajmy jeszcze wzór (1.6) w ramce

$$R(t) = (6\pi G \rho_0 R_0^3)^{1/3} t^{2/3}$$

oraz związki

$$\rho_0 = \frac{3H_0^2}{8\pi G}$$

i $H_0 = 2/(3t_0)$. Wszystko to wstawione do (7) pozwala po uporządkowaniu napisać

$$z+1 = (t_0/t)^{2/3} \quad (8)$$

Otrzymaliśmy więc związek pomiędzy mierzoną wielkością „z” a wiekiem Wszechświata, t , w chwili emisji widocznego dziś światła z tego obiektu. Możemy (8) przekształcić do postaci

$$t = t_0/(z+1)^{3/2} \quad (8a)$$

Svetło biegło więc od obiektu do nas przez czas

$$\Delta t = t_0 - t = t_0 \left(1 - \frac{1}{(z+1)^{3/2}} \right) \quad (9)$$

i przebiegło dystans

$$d_p = c\Delta t = ct_0 \left(1 - \frac{1}{(z+1)^{3/2}} \right) \quad (10)$$

Odległość ta nazywana bywa „odlegością własną” (z ang. *proper distance*) obiektu. Widać, że tu w granicy, gdy $z \rightarrow \infty$ mamy $d_p \rightarrow ct_0$. Jest to jeszcze jeden rodzaj definiowania odlegości kosmologicznych oprócz wprowadzonych wcześniej wielkości d_0 i d_1 .

Powróśmy raz jeszcze do odległości $d_1 = d_0/(z+1)$. Korzystając ze wzoru Mattiga (4) dla $\Omega=1$ oraz z wykorzystanego już parokrotnie związku $H_0 = 2/(3t_0)$, możemy przepisać (4) w postaci

$$d_1 = \frac{3ct_0}{(z+1)^{3/2}} [\sqrt{z+1} - 1] \quad (11)$$

Wykorzystamy również zdefiniowaną wcześniej promień horyzontu $R_H = 3ct$. Mnożąc stronami (8a) przez $3c$, mamy

$$R_H(z) = \frac{3ct_0}{(z+1)^{3/2}} \quad (12)$$

Patrząc na (11) i (12), widzimy, że

$$d_1 = R_H(z)(\sqrt{z+1} - 1) \quad (13)$$

Łatwo sprawdzić, że dla $z > 3$ mamy $d_1 > R_H$, czyli nasz obiekt był w chwili emisji widocznego dziś światła poza „naszym” ówczesnym horyzontem kosmologicznym. Ponieważ promień horyzontu narasta liniowo z wiekiem Wszechświata ($R_H \propto t$), zaś wzajemne odległości zmieniają się jak $R(r) \propto t^{2/3}$ (czyli wolniej), a więc nasz analizowany obiekt obecnie, w chwili t_0 , jest już w obrębie naszego horyzontu, chociaż jego obserwowane obecnie światło pochodzi sprzed miliardów lat.

Mogą też sprawdzić, że funkcja $d_1(z)$ z formuły (11) ma ekstremum dla $z = 1,25$. Czytelnik znający rachunek różniczkowy i sposoby szukania ekstremin funkcji łatwo to sobie wyliczy. Na użytek pozostałych czytelników prześledzimy to w poniższej tabelce, gdzie przyjęto przykładowo wartość $t_0 = 15$ mld lat.

z	$d_1(z)$ [mld l.s.]
0	0
0,1	1,90
0,5	5,50
1	6,58
1,25	6,66
1,5	6,61
2	6,34
3	5,62
5	4,44

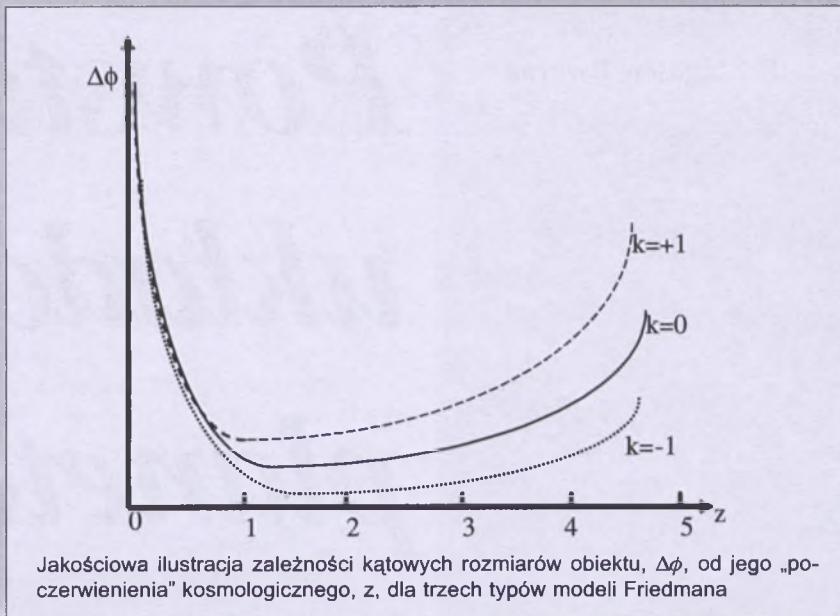
Jak wiadomo, widoczny rozmiar kątowy obiektu, $\Delta\phi$, (np. galaktyki) o pewnych ustalonych rozmiarach liniowych ‘ l ’ zależy od odległości, z której go oglądamy: im dalsza odległość, tym mniejszy rozmiar kątowy. Liczy się tu jednak odległość w chwili wysłania widocznego potem światła, albowiem ten obraz zobaczy później obserwator. W sytuacji kosmologicznej naszą podstawową obserwabłą jest wielkość ‘ z ’. Początkowo dla $z \leq 1$ faktycznie ze wzrostem ‘ z ’ narasta odległość d_1 , a więc średni (typowy) rozmiar kątowy galaktyki maleje ze wzrostem ‘ z ’. Jednak począwszy od $z > 1,25$, wielkość d_1 znów maleje, a to oznacza, że rozmiar kątowy rośnie. Odległość d_1 określona formułą (11) nazywana bywa „odlegością kątową”, właśnie ze względu na jej związek z kątowymi rozmiarami obserwowanego obiektu.

Przytoczyliśmy tu rozwiązanie dla modelu „płaskiego” ($k=0$). Podobny

jakościowo efekt zachodzi także dla modeli hipersferycznych ($k = +1$) oraz hiperboloidalnych ($k = -1$). Jakościowo ilustruje to rysunek obok. Teoretycznie jest więc szansa, aby analizując kątowe rozmiary dalekich galaktyk wybranego typu, rozstrzygnąć, który typ geometrii realizuje się w naszym Wszechświecie. Jednak w praktyce jest to bardzo trudne i niepewne. Po pierwsze, trudno zdefiniować „typowy” rozmiar liniowy galaktyki, a ponadto, mierząc kątowe rozmiary dalekich obiektów, trudno określić, gdzie jest ich brzeg na otrzymanym obrazie. Najsilniej bowiem świecą centralne części galaktyki i to one wyjdą najwyraźniej na zdjęciach. Obszary brzegowe mogą się słabo eksponować i pomiar rozmiarów takiego obiektu będzie zafalszowany.

Jednak powyższa metoda znalazła pewne zastosowanie przy analizie fluktuacji promieniowania reliktywego. Promieniowanie reliktywe jest „obiektem” o największej wartości „ z ” (rzędu $z = 10^3$) i wykazuje fluktuacje temperatury na poziomie $\delta T \leq 10^{-4}$ K. Analizowano bardzo starannie rozmiary kątowe tych fluktuacji (aścielj, widmo rozmiarów kątowych). Można teoretycznie (przy pewnych rozsądnych założeniach) określić, jakie rozmiary kątowe, $\Delta\phi$, fluktuacji powinny dominać w zależności od geometrii Wszechświata. Dla modelu „płaskiego” powinno to być $\Delta\phi \approx 0,8$. I taki właśnie rezultat otrzymano z analizy danych dla promieniowania reliktywego. Jak więc widać, tzw. „odległość kątowa” okazała się tu wielce przydatną wielkością i pozwoliła na stwierdzenie, że — z dużym poziomem ufności — nasz Wszechświat jest geometrycznie euklidesowy.

Na koniec przedstawimy jeszcze jeden rodzaj (definicję) odległości związany z fotometrią dalekich obiektów. Wyobraźmy sobie źródło promieniowania emitujące izotropowo i mające moc promieniowania L_{em} (ang. *Luminosity*). Jak wiemy, odbierane natężenie oświetlenia na jednostkę powierzchni maleje z kwadratem odległości, d , pomiędzy źródłem a odbiorikiem. W przypadku statycznej, nieekspandującej przestrzeni sytuacja jest prosta, rejestrowany strumień całkowity $S_{\text{odb}} = L_{\text{em}}/(4\pi d^2)$. Jednak w ekspandującym Wszechświecie wygląda to całkiem inaczej. W chwili emisji widocznego dziś światła odleg-



łość od źródła do miejsca naszych obserwacji wynosiła d_1 . Ta odległość zmienia się w czasie ekspansji o czynnik $(z+1)$, czyli $d_1 \rightarrow d_1(z+1) = d_0$. Ponadto, na skutek „poczerwienienia” kosmologicznego, odbierana wielkość L ulega także zmniejszeniu o czynnik $(z+1)^{-2}$ tak, że $L_{\text{odb}} = L_{\text{em}}/(z+1)^2$. Pomijam tu szczegółowe uzasadnienie takiego akurat czynnika, można je prześledzić np. w [2] lub [3]. W ostateczności rejestrowany przez obserwatora strumień całkowity będzie

$$S_{\text{odb}} = \frac{L_{\text{em}}}{4\pi d_0^2(z+1)^2} = \frac{L_{\text{em}}}{4\pi D_L^2} \quad (14)$$

Pojawiająca się w (14) wielkość $D_L = d_0(z+1)$ nazywa się *odlegością bolometryczną* (lub z ang. *luminosity distance*). Korzystając znowu z formuły Mattiga (4) dla $k = 0$, otrzymujemy

$$D_L = \frac{2c}{H_0} \left((z+1) - \sqrt{z+1} \right) \quad (15)$$

Odległość D_L ma sens czysto formalny. Otrzymywana z (15) liczba oznacza odległość, jaką w statycznym Wszechświecie musiałoby mieć źródło emitujące promieniowanie L_{em} , aby obserwator zarejestrował wielkość S_{odb} . Gdy przechodzimy do granicy $z \rightarrow \infty$, to również $D_L \rightarrow \infty$. I nie ma w tym nic dziwnego, bowiem gdy poczerwienienie $z \rightarrow \infty$, to obserwowany strumień maleje do zera. W statycznej przestrzeni trzeba faktycznie nieskończoną odległość źródła od obserwatora, aby rejestrowany strumień zmalał do zera i to m.in. odzwierciedla formuła (15).

Przedstawiając w niniejszym tekście

problem odległości w kosmologii, wykorzystywano standardowe modele i rozwiązania Friedmana bez stałej kosmologicznej Λ . W ostatnich kilku latach Einsteinowska stała Λ wydaje się wracać do łask, chociaż jej sens fizyczny nie jest dla nas do końca jasny. Wiadomo jedynie, że uwzględnienie jej w rozwiązaniach kosmologicznych zmieni także przebieg funkcji $R(t)$ w poszczególnych typach modeli. W szczególności ekspansja kosmologiczna z udziałem członu Λ może stopniowo nabierać charakteru przyspieszającego. Uwzględnienie tego wyrazu zmieni także niektóre wyprowadzone tu wyrażenia na odległości (głównie d_p oraz D_L). Pozostaje jednak aktualny zasadniczy problem opisany w niniejszym artykule: gdy mówi się o wyznaczanych w kosmologii odległościach, należy w miarę możliwości sprecyzować, co ma się na myśli, gdyż potoczne intuicje związane z tym pojęciem bywają w skali Wszechświata zawodne.

Literatura

- [1] M. Demiański, *Astrofizyka relatywistyczna*, PWN, 1991.
- [2] M. Jaroszyński, *Galaktyki i budowa Wszechświata*, PWN, 1993.
- [3] J. A. Peacock, *Cosmological Physics*, Cambridge Univ. Press, 1999.

Jerzy Sikorski jest absolwentem astronomii w Uniwersytecie Mikołaja Kopernika. Od szeregu lat jest profesorem astrofizyki w Uniwersytecie Gdańskim

Powstawanie układów planetarnych

W książce zatytułowanej „Jak powstają gwiazdy („Alfa”, Warszawa 1991) jej autor Michał Różyczka zamieścił takie oto zdanie: „W tej chwili z czystym sumieniem można wypowiedzieć tylko jedno stwierdzenie: o ile grawitacyjna redystrybucja momentu pędu prowadzi do powstawania układów wielokrotnych, o tyle transport momentu pędu poprzez dysk akrecyjny kończy się powstaniem gwiazdy pojedynczej (samotnej lub otoczonej układem planetarnym)”

*

Ten artykuł, jako pomocniczy do wykładu Wybrane zagadnienia z historii nauki i techniki, został napisany w ramach badań własnych AGH

Niestety, Autor nie rozwija drugiego członu alternatywy („...lub otoczonej układem planetarnym”). Co prawda pisze tylko o gwiazdach, niemniej jednak szkoda, że nie rozwinął szerzej tej intrigującej myśli.

Przypomnijmy zatem okoliczności, w jakich dochodzi do ewolucji gwiazd I populacji podobnych do Słońca. Są to zarazem warunki konieczne, aczkolikie nie wystarczające, do powstawania planet typu ziemskiego.

Gwiazdy „młode”, o wieku około 5 mld lat i mniej, powstają w ramionach spiralnych Galaktyki, w obłokach molekularno-pyłowych nasyconych pierwiastkami ciężkimi wytworzonymi m. in. podczas eksplozji supernowych, ewolucji masywnych gwiazd typu Wolfa-Rayeta i tzw. skrajnych nadolbrzymów. Bez tych procesów wprawdzie jest możliwe, jak się zwykło sądzić, powstanie planet, jednak tylko typu jowiszowego, czyli gazowych olbrzymów, na których trudno się spodziewać form życia zbliżonych do rodzaju ziemskiego. Należy również pamiętać, iż podczas ewolucji średniomasywnych gwiazd nukleosyntezą w ich wnętrzu może doprowadzić — mówiąc w sposób nieco uproszczony — do powstawania pierwiastków tylko do liczby masowej $A \approx 60$, czyli żelazowców (Fe, Co, Ni). Dość powszechnie zjawisko gwiazd nowych, powstających w układach podwójnych, może doprowadzić do wzbogacenia tymi

pierwiastkami (do żelazowców włącznie) ośrodka międzygwiazdowego, głównie w płaszczyźnie dysku galaktycznego. Innym źródłem pierwiastków nasycających materię międzygwiazdową (lecz mniej wydajnym) jest wiatr gwiazdowy i rozszerzanie się otoczek gazowych gwiazd bardzo zaawansowanych w ewolucji (co obserwuje się jako tzw. mgławice planetarne). Stąd właśnie pośrednio wpływa wniosek, że bez eksplozji supernowych nie byłoby pierwiastków „cięższych od żelazowców” i nie mogłyby, jak się wydaje, powstawać planety typu ziemskiego.

Próbując odpowiedzieć na pytanie o warunki sprzyjające powstawaniu układu planetarnego, zawierającego w dodatku ciała podobne do Ziemi, musimy ograniczyć wstępnie nasze rozważania do „młodych” ($t \leq 5$ mld lat), małomasywnych gwiazd, a dokładniej — z przedziału typów widmowych od mniej więcej F5 do około K5 (a więc od późnych typów F do wczesnych typów K, V klasy jasności). Daje to przedział mas gwiazdowych mniejszych od $1,4 M_{\odot}$, a większych od $0,6 M_{\odot}$. Gwiazdy masywniejsze ewoluują zbyt szybko (przechodząc do obszaru czerwonych olbrzymów) w porównaniu z czasem ewolucji niezbędnym, jak się wydaje, dla pojawienia się na ewentualnych planetach takich gwiazd istot rozumnych, a nawet chociażby tylko życia. Gwiazdy o niewielkiej masie ($0,1 - 0,6 M_{\odot}$) ewolu-

ują co prawda powoli, jednak ich jasność jest mała, tak iż trudno liczyć, żeby w odpowiedniej odległości od gwiazdy znalazła się odpowiednia planeta typu ziemskiego, na której mogłyby powstać i ewoluować biosfera. Nie jest to absolutnie wykluczone, nie mniej bardziej mało prawdopodobne. Zauważmy bowiem, iż krążąca najbliżej Słońca planeta Merkury ma zbyt małą masę, aby utrzymać atmosferę, zaś jej brak (bądź niewielka gęstość) wyklucza istnienie otwartych zbiorników wodnych, niezbędnych dla powstania życia. Wybiegając nieco do przodu możemy przypuszczać, że planeta obiegająca najbliżej macierzystą gwiazdę może być zwykle nie dość masywna.

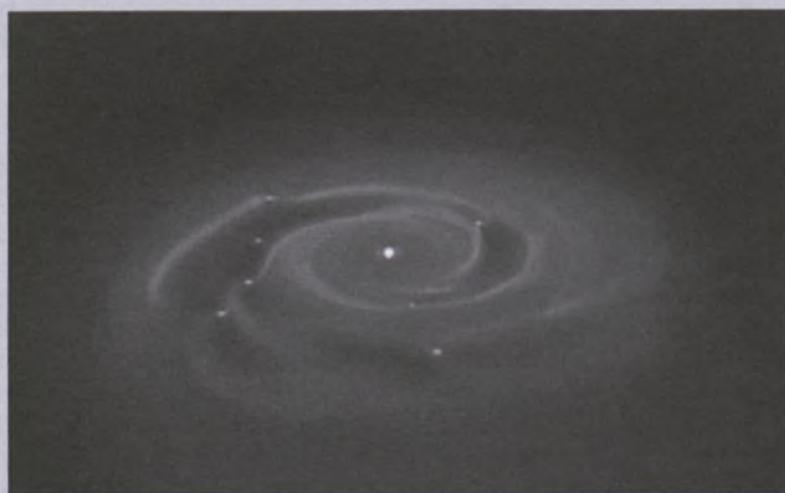
Ograniczenie, które nałożyliśmy na masy gwiazd (i zarazem na ich typy widmowe), stanowi w pewnym sensie daną klasyczną w rozważaniach poświęconych zagadniению istnienia planet obdarzonych życiem. Wiedziano o nim bodajże jeszcze przed sformułowaniem wzoru Drake'a. Ograniczenie to stawia zarazem pod znakiem zapytania założenia typu: „co dziesiąta gwiazda...” Przekonamy się, że nawet dla wybranego przedziału typów widmowych (F5 — K5, V klasa jasności) nie możemy takiego rozważania stosować. Zawęża to radykalnie liczbę możliwych układów planetarnych (klasy słonecznej). Tym drugim, lecz nie ostatnim, ograniczeniem jest właśnie wspomniany na początku wynik ewolucji obłoku protogwiezdnego.

W przypadku szybko rotującego obłoku dochodzi do jego podziału na co najmniej dwie gwiazdy. Jak wynika z danych obserwacyjnych, potwierdzonych ostatnio przez satelitę astrometrycznego HIPPARCOS oraz HST, ponad 90% gwiazd w Galaktyce to składniki układów podwójnych bądź wielokrotnych. Takie układy mogą także powstawać w innych procesach: wychwytu grawitacyjnego (co nie jest nieprawdopodobne, zważywszy że z reguły gwiazdy powstają „stadnie” — w gromadach — i pierwotnie odległości między nimi nie są „astronomiczne” duże, „wymianie przy zderzeniu” (pojedyncza gwiazda oddziałuje na układ podwójny, „wychwytując” jeden ze składników), wreszcie subfragmentacji protogwiazdy (kiedy może dojść do powstania nawet układu poszóstnego). Wszystkie te procesy łącznie z najpierw wymienionym (*fission*) mają jedną zasadniczą wspólną cechę: nie dają wielkich szans na powstanie układu planetarnego.

Jeśli moment pędu (kręt) obłoku jest duży i dochodzi do powstania obłoku podwójnego, wtedy po prostu jest brak „materiału” na utworzenie planet. Mogą co najwyżej powstać drobne ciała w rodzaju planetoid o niewielkich rozmiarach i nikłych masach. W pozostałych przypadkach powstawania układów podwójnych oraz wielokrotnych orbity gwiazd-składników są albo ekscentryczne, albo różne od współplaszczyznowych i nawet jeśli powstały w takich układach planety, ich orbity byłyby tak zmienne, że

nie doszłoby zapewne do ustabilizowania warunków termicznych na powierzchni hipotetycznych planet i z tego powodu trudno oczekwać dogodnej sytuacji dla narodzin i ewolucji życia. Oceniane niekiedy możliwości usytuowania odpowiedniej planety na niezakłóconej orbicie w układzie podwójnym bądź wielokrotnym nie są wprawdzie sprzeczne z kinematyką takiego układu, jednak nad wyraz mało prawdopodobne, ponieważ musiałby zajść szczególnie określony ciąg zdarzeń zaistnienia, zsynchronizowany dodatkowo z czasem koniecznym dla ewolucji prowadzącej do wyłonienia istot obdarzonych rozumem. Stąd też generalnie przyjmuje się, że cywilizacji kosmicznych nie należy oczekiwac w układach podwójnych czy wielokrotnych. Chcąc zatem na serio rozpatrywać przyczyny milczenia Wszechświata, musimy konsekwentnie pogodzić się z tym, iż nie będziemy zajmowali się nader nikłym prawdopodobieństwem występowania ETI w układach wielokrotnych. Wprowadza to kolejne ograniczenie i spośród gwiazd I populacji należących do typu widmowego F5-K5 (V klasy jasności) możemy brać pod uwagę tylko około 10% gwiazd pojedynczych.

Jednak okazało się, iż nie wszystkie gwiazdy pojedyncze mogą utworzyć z resztek dysku protogwiezdnego regularny układ planetarny. Istnieją bowiem dwie możliwości: utworzenie układu planetarnego albo „rozdmuchanie” pozostałości dysku w przestrzeni kosmicznej. Może niekiedy wystąpić trzecia możliwość: „zdegenerowana” ewolucja dysku protoplanetarnego prowadząca — z różnych powodów — do powstania planetoid, meteoroidów i komet, czyli czegoś pośredniego między regularnym układem a „rozdmuchaniem” materii dysku w przestrzeni. Niestety, nie jest jeszcze znany stopień prawdopodobieństwa zaistnienia tych procesów, dominacji jednego nad drugim. W każdym razie wiadomo, iż „być albo nie być” układu planetarnego będzie zależało od ilości materii (masy dysku), jej składu fizyczno-chemicznego, a także od intensywności wiatru gwiazdnego wkrótce po rozbłysnięciu gwiazdy, czyli zainicjowaniu w jej wnętrzu reakcji termonuklearnych. Z pewnych pośrednich danych wydaje się też wynikać, że

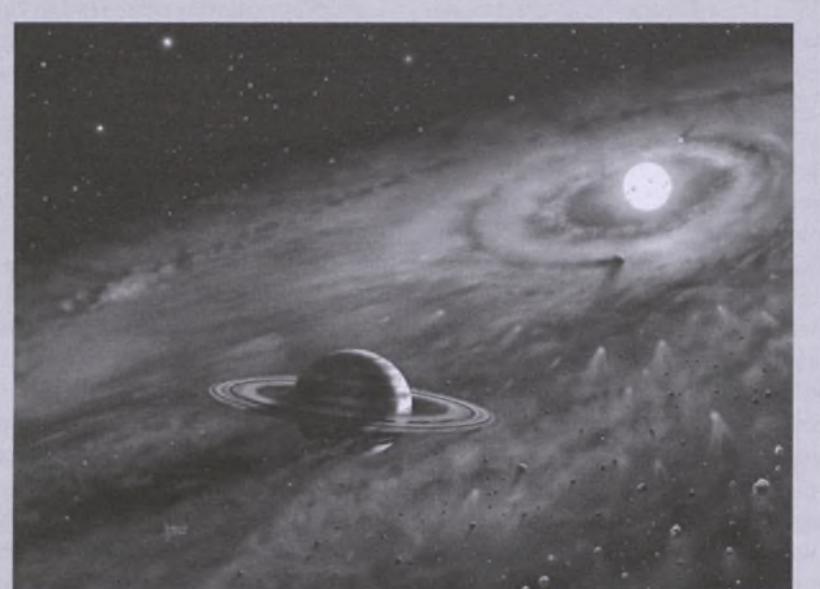


Komputerowa symulacja pokazująca jak dysk protoplanetarny otaczający młodą gwiazdę, we względnie krótkim czasie, zaczyna dzielić się i tworzy gazowe olbrzymie planety na stabilnych orbitach. Fot. Mayer, Quinn, Wadsley, Stadel

łatwiej może dochodzić do rozproszenia materii dysku niż do uformowania z niej układu planetarnego. Zawsze pozostaje pewien procent gwiazd (do 5%), które w trakcie wstępnej ewolucji, przed osiągnięciem ciągu głównego, zużyją niemal wszystek zapas materii obłoku protogwiezdnego, nie wiele pozostawiając dla powstania planet, tak iż raczej będzie ją otaczał nie dysk, ale pierścień materii gazowo-pyłowej. Będą to gwiazdy „absolutnie pojedyncze”. Co prawda można natknąć się na dywagacje o gwiazdach „jednoplanetarnych”, lecz ich przydatność dla problematyki CETI-SETI jest co najmniej wątpliwa.

Jak wiadomo z danych obserwacyjnych, najbardziej bogate w gwiazdy są ramiona spiralne Galaktyki. Jednak nie wszystkie z nich można brać pod uwagę, jedynie te, które znajdują się w pobliżu tzw. okręgu korotacyjnego (odległego od centrum Galaktyki o około 10,5 kpc), gdzie gwiazdy obiegające jądro Galaktyki mają tę samą prędkość co ramiona. Gwiazdy obiegające jądro w bliższej odległości poruszają się szybciej, a więc doganiają ramię spiralne i przez nie przechodzą. Gwiazdy obiegające jądro w dalszej odległości biegną wolniej i pozostają poza ramieniem. To samo rozumowanie odnosi się oczywiście do obłoków gazowo-pyłowych i protogwiazd. Te obiekty, które nader rzadko przechodzą przez ramiona spiralne (a więc niejako na peryferiach Galaktyki), mają małe szanse, by powstały z nich gwiazdy otoczone układem planetarnym. Te zaś obiekty, które krążą zbyt blisko jądra i często przechodzą przez ramiona spiralne, częściej też są narażone na efekty wybuchów supernowych, „rozdmuchujących” niekiedy z zewnątrz” dysk protoplanetarny. Natomiast pozostając dokładnie na okręgu korotacji, gwiazda może zdążyć utworzyć planety, ale taki układ również częściej będzie narażony na wpływ twardego promieniowania (powstającego podczas eksplozji supernowej), niezmiernie szkodliwego, a wręcz mogącego unicestwić życie. Będzie w tym miała udział zarówno większa częstotliwość, jak i większa gęstość gwiazd w ramionach spiralnych niż poza nimi.

Powróćmy zatem ponownie do problemu gwiazd supernowych. Otóż nie tylko dostarczają one pierwiastków



Artystyczna wizja narodzin układu planetarnego wokół gwiazdy Fomalhaut w gwiazdozbiorze Ryby Południowej (alfa PsA) oparta na obrazach pyłowego dysku okalającego tę gwiazdę, uzyskanych w submilimetrowej dziedzinie widma przy pomocy kamery SCUBA na teleskopie Jamesa Clerka Maxwell'a na Hawajach. Ilustracja wykonana przez Davida Hardy'ego

chemicznych — najogólniej ujmując — niezbędnych dla powstania planet typu ziemskiego, lecz również dają impuls mogący bądź przyspieszyć kolaps grawitacyjny obłoku protogwiezdnego oraz zainicjować (w przypadku gwiazdy pojedynczej) powstanie układu planet, bądź rozdmuchać dysk protoplanetarny „z zewnątrz”. Zależy to oczywiście od odległości, w jakiej od tworzącej się gwiazdy i jej układu wybucha supernowa. Spustowy niejako mechanizm oddziaływania na planetogenezę w ogóle nie został uwzględniony w słynnym wzorze Drake'a i był pomijany we wcześniejszych rozważaniach statystycznych. Nie powinno to zresztą dziwić, skoro uważało, iż supernowe wybuchają w galaktyce nader rzadko — raz na kilkaset lat. Dopiero systematyczne obserwacje supernowych w innych galaktykach oraz odkrycie pulsarów (jako pozostałości po supernowych) i ich zliczenia uświadomiły, że takie eksplozie mogą zachodzić znacznie częściej: niewykluczone, że nawet co dziesięć lat! Nie zwracano zatem uwagi na doinoszącą rolę supernowych w procesie planetogenezy; rolę w pewnym sensie dwuznaczna, skoro eksplozja masywnej gwiazdy może przyspieszyć formowanie się dysku protoplanetarnego (nasycając go dodatkowo pierwiastkami ciężkim) albo też... nie dopuścić do jego utworzenia, „rozdmuchując”

niejako obłok protogwiezdny. Dodatkowym czynnikiem planetosprawczym jest „właściwe” przechodzenie obłoku protogwiezdnego przez ramiona spiralne Galaktyki.

Te ograniczenia oznaczają po prostu, iż odpowiednia gwiazda mogąca z resztek (około 1%) swego pierwotnego obłoku otrzyma „w darze od przyrody” układ planetarny musi obiegać centrum Galaktyki w odległości nieco tylko różnej od promienia korotacji. Ale to jeszcze nie koniec „kłopotów”, ponieważ po okresie „gwałtownego poczęcia” wewnątrz ramienia spiralnego musi nastąpić okres spokoju i stabilizacji, co najlepiej może zostać spełnione w przestrzeni międzyramiennej. Nie na wszystkich zatem „dogodnych” planetach może powstać życie, co więcej — nie potrafimy oszacować tej wielkości.

Zakładając symetrię (co jest dość zrozumiałe ze względu na w miarę regularny kształt Galaktyki), moglibyśmy się spodziewać, oprócz naszej Gwiazdy Dziennej, zaledwie jeszcze trzech do pięciu (?) gwiazd obiegających przez planety podobne do naszej Ziemi i obdarzanych życiem oraz wysoko rozwiniętą cywilizacją. Jedna albo dwie z nich mogłyby być... przesłonięte przez jądro galaktyki, czyli znajdowałyby się bardzo daleko od nas (około 20 000 pc ≈ 65 000 lat świetlnych). Pozostałe dwa lub trzy (?) hipo-

tetyczne układy planetarne z wysoko rozwiniętymi cywilizacjami mogłyby być „obserwowańe”, lecz odległość do nich byłaby rzędu 10 000 lat świetlnych, co w zasadzie wyklucza nawiązanie z nimi kontaktu, nie mówiąc już o łączności.

Przedstawiony zarys hipotezy „obfitości cywilizacji w Galaktyce” można określić jako umiarkowanie optymistyczny. Jak wiadomo, pesymistyczna hipoteza zakłada istnienie jednej tylko cywilizacji w Galaktyce — naszej, ziemskiej. Ze swojej strony „zoptymalizowane” hipotezy przyjmują odległości międzycywiliizacyjne rzędu 1000 lat świetlnych, natomiast całkiem optymistyczne zakładają, że przestrzenny dystans między cywilizacjami kosmicznymi (ETI) wynosi od 10 do 100 lat świetlnych, z czego od razu wynika, iż układy planetarne powinny być powszechnie w Galaktyce. Tak jednak chyba nie jest, skoro powszechnie są gwiazdy podwójne i wielokrotne stanowiące być może nawet ponad 90% populacji gwiazdowej! Natę ostatnią ocenę wskazują wyniki misji satelity HIPPARCOS, a także Teleskopu Kosmicznego Hubble'a (HST). Stwierdzono bowiem, iż wiele gwiazd uważanych dotąd za pojedyncze okazało się podwójnymi!

W istniejącej sytuacji, kiedy może okazać się, że zaledwie jedna gwiazda na dziewięć powstaje jako pojedyncza, najważniejszy jest problem, jaki procent tych gwiazd pojedynczych ma własne planety. Przyjmijmy, iż na razie nie interesuje nas ani typ widmowy, ani klasa jasności, ani wiekowych gwiazd pojedynczych. Później oczywiście trzeba będzie powrócić do założonych ograniczeń i rozpatrywać w zasadzie gwiazdy pojedyncze I populacji z przedziału widmowego F5 — K5 ciągu głównego, okrążające przy tym środek Galaktyki w odległości nieco tylko różnej od promienia kątowego. (Co pokazuje, że istnieją jednak wyróżnione obszary w Galaktyce!).

Jesteśmy niemal przekonani, iż nie ma supercywilizacji (jaka np. mogłyby powstać wokół gwiazdy II populacji) w sąsiedztwie Słońca — nawet w odległości około 1000 lat świetlnych, ponieważ zdołalibyśmy chyba rozpoznać obecnie jej działalność, określającą jako astroinżynierijną, lub też przynajmniej odebrać nietypową

emisję dowolnego promieniowania — bądź elektromagnetycznego, bądź korpuskularnego, świadczącą o jej sztucznym pochodzeniu. Wprawdzie należy zauważać, iż szanse identyfikacji ETI są odwrotnie proporcjonalne do trzeciej potęgi odległości domniemanej supercywilizacji. Jeśli zatem szansa identyfikacji przy odległości np. 10 pc wynosi 1/2 („jest — nie ma”), to przy dwukrotnie dalszej odległości będzie co najmniej osiemkrotnie mniejsza, tj. tylko jak 1:16, zaś przy dziesięciokrotnie większej odległości tysiąkrotnie mniejsza, czyli co najwyżej jak 1:2000 (!). Tej okoliczności nikt jakoś dotąd nie brał pod uwagę, a może ona być równie decydującą (podobnie jak istnienie wyróżnionego w pewnym sensie obszaru Galaktyki) dla wy tłumaczenia milczenia Wszechświata.

Brak „rzucających się w oczy” artefaktów kosmicznych można w danym przypadku wyjaśnić trojako:

1. Supercywiliizacja nie życzy sobie, aby ją rozpoznano, więc kamufluje swoją działalność (lub też po prostu nie umiemy takiej działalności rozpoznać!).

2. Supercywiliizacja albo osiągnęła fazę autokontemplacji, albo była z natury kontemplacyjna i zajmuje się tylko sobą.

3. Supercywiliizacja znajduje się „po drugiej stronie” jądra Galaktyki i ani o nas nie wie, ani my nie możemy się o niej dowiedzieć.

Ta ostatnia ewentualność (choćże niekoniecznie nieprawdziwa) niewiele wnosi do zagadnienia problematyki SETI i jest podejrzanie bliska dziewiętnastowiecznemu rozumowaniu lokującemu życie i cywilizację na odwrotnej stronie Księżyca (ponieważ na widoczną nie była obecna...).

Pomimo nie do końca rozwiązanych wątpliwości, kwestię istnienia supercywilizacji (a zarazem znanej klasyfikacji Kardaszewa) można uznać w pewnej mierze za rozwikłaną: szanse ich powstania były nikłe, szanse identyfikacji jeszcze mniejsze, zatem praktycznie nie ma (dla nas) takiej supercywilizacji (niektórzy, jak Józef S. Szklowski, twierdzą, że to właśnie my jesteśmy tą „supercywiliizacją”, czyli najbardziej rozwiniętą w Galaktyce). I oto znowu powracamy do gwiazd I populacji, o wieku mniejszym od około 5 mld lat, podobnych do Słońca..., a cała ta dy-

gresja posłużyła tu jako przykład jeszcze jednego ograniczenia problematyki CETI-SETI.

Obecnie jednym z najważniejszych zagadnień związanych z dociekaniem na temat cywilizacji kosmicznych staje się konieczność stwierdzenia (zaobserwowania) innego niż nasz układu planetarnego i nieważne, czy występuje w takim układzie cywilizacja lub przynajmniej życie. Zatem istotna będzie informacja, że Układ Słoneczny nie jest unikatem w Galaktyce, co pozwoli żywić nadzieję, iż mogą także występować inne układy z planetami obdarzonymi biosferą, a nawet cywilizacją.

W minionym dziesięcioleciu zaczęły się wprawdzie mnożyć liczne doniesienia o odkrywaniu oznak istnienia pozasłonecznych układów planetarnych (przeważnie pojedynczych planet wokół niektórych gwiazd). Dotąd poznano już blisko 100 takich obiektów. Jednak zestawienie wszystkich dotąd odkrytych efektów mogących świadczyć o obecności planet wokół odległych gwiazd (zob. np.: *Poblże gwiazdowe Słońca*, Astronautyka 3/2001 oraz *Układy planetarne wokół gwiazd*, *Urania — Postępy Astronomii* 5/2001) budzi podejrzenie, iż nie są to układy planetarne *sensu stricto*, lecz raczej jakby zdegenerowane gwiazdy podwójne przypominające — ze względu na krótki, kilkudniowy zaledwie okres obiegu — w pewnym stopniu układy zaćmienniowe typu *W Ursae Maioris*. Ponadto nie jest wykluczone, iż niektóre z tych „planet” to jednak megaplanety lub infragwiazdy, czyli brązowe karły, albo że istniejące do tej pory teorie powstawania układów planetarnych, opracowane na podstawie kosmogonii Układu Słonecznego, nie są w pełni adekwatne do rzeczywistości.

W podsumowaniu wypada podać, iż pod koniec ubiegłego wieku ukazała się monografia Piotra Artymowicza pod znamiennym tytułem *Astrofizyka układów planetarnych* (PWN, Warszawa 1995 — zob. też „Urania” 10/1995).

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

Wyprawa na Phobosa

W literaturze kosmonautycznej istnieje powszechne przekonanie, że następnym ciałem kosmicznym (po Księżycu), na którym wylądują ludzie, będzie planeta Mars. Sądzę jednak, że celem wyprawy stanie się raczej naturalny księżyc Marsa, Phobos

Jak wiadomo, Mars posiada dwa małe naturalne satelity, które nazwano Phobos i Deimos. Można to przetłumaczyć jako „Strach” i „Trwoga” — odpowiednie nazwy dla rumaków boga wojny — Marsa. Zostały one odkryte w czasie wielkiej opozycji planety w 1877 r. przez astronoma amerykańskiego Asapha Halla z Naval Observatory w Waszyngtonie.

Krążą w bardzo małej odległości od powierzchni planety, wynoszącej 5986 km i 20072 km i na wykonanie jednego okrążenia potrzebują — odpowiednio — 7^h 38^m 26^s i 30^h 14^m 21^s. Są nieregularnymi bryłami skalnymi o rozmiarach kilkunastu kilometrów, toteż ich własne przyciąganie grawitacyjne jest znikomo słabe i można nie brać go pod uwagę. Dlatego właśnie lądowanie, a właściwie przycumowanie do Phobosa jest o wiele łatwiejsze niż w przypadku Marsa, nb. ciężar ludzi na Phobosie będzie wynosić tylko niewiele gramów siły¹.

Mars jest co prawda niewielką planetą (tylko Merkury i Pluton są mniejsze), ale — bądź co bądź — ze swą średnicą 6776 km jest około 2 razy większy od Księżyca. Odpowiednio prędkość „spadku” i „ucieczki” jest dla Marsa około 2 razy większa niż w przypadku Księżyca i w przypadku przylotu z Ziemi po orbicie hohmannowskiej² wynosi ona około 5,7 km/s² (jeżeli weźmiemy pod uwagę jeszcze inne trudności związane z załogową wyprawą na Marsa, jest to bardzo dużo!).

¹ A jaki byłby ciężar człowieka na Phobosie, gdyby ten satelita był jeszcze mniejszy? Czyżby zerowy? A może to pogląd absurdalny?

Tymczasem, aby po przylocie z Ziemi „wyładować” na Phobosie, potrzebna jest redukcja prędkości o niespełna 2 km/s. (Następnie taką prędkość należy rozwinać, aby z Phobosa odlecieć ku Ziemi). Stanowi to bardzo dużą różnicę w porównaniu z lądowaniem na Marsie!

Spróbujmy liczbowo przeanalizować (*sine ira et studio*), jak mogłyby wyglądać wyprawa na Phobosa. Założymy przy tym, że w wyprawie wziąłby udział tylko jeden (jedyny!) kosmonauta.

Jak wiadomo, hohmannowska prędkość odlotu z Ziemi na Marsa wynosi niespełna 11,6 km/s (i tyleż prędkość powrotu na Ziemię)³. Hohmannowski czas przelotu między Ziemią a Marsem wynosi niespełna 260 dni (i tyleż czas przelotu powrotnego). Czas pobytu na Phobosie musiałby wynosić około 455 dni.

Dość powszechnie przyjmuje się, że kosmonauta potrzebuje około 5 kg zaopatrzenia dziennie (dobowo). Chodzi tu o tlen, pożywienie i wodę⁴, przy czym trzeba uwzględnić też masę „opakowania”. Ogółem na całą 975 dniową podróż potrzeba 4875 kg. Zaokrąglamy to raczej w góre, a nie odwrotnie. Na 1000 dni podróży będziemy więc potrzebować 5 Mg zaopatrzenia.

Oczywiście trzeba brać pod uwagę, że zaopatrzenie będzie zużywane, a substancje odpadowe będą wyrzucane ze

² O Walterze Hohmannie i jego orbitach międzyplanetarnych pisałem w mojej książce *Ojcowie kosmonautyki*, Warszawa 1984.

³ W przypadku Księżyca ta prędkość wynosi około 2,5 km/s.

⁴ Wodę można częściowo regenerować.

statku kosmicznego w przestrzeni, by zmniejszać jego masę przed kolejnymi manewrami „siłowymi”, czyli wymagającymi uruchamiania silników rakietowych.

Naturalnie, aby powrócić z wyprawy na Ziemię, jest potrzebna odpowiednia kabina powrotna. Założmy, że będzie ona mieć masę 3 Mg (chyba nie jest to przesadne założenie?). Potrzebna też będzie odpowiednia kabina, w której będziemy żyć i mieszkać przez 1000 dni. Założmy, że będzie ona mieć masę (ze wszystkimi urządzeniami, w tym z fotoogniwami słonecznymi) 5 Mg (to chyba też nie za wiele, jak na 1000 dni podróży?).

Przypuśćmy, że dla redukcji prędkości w czasie lądowania na Phobosie posłużymy się silnikiem rakietowym zasilanym aeroziną 50 i czterotlenkiem azotu⁵ (i tak samo w czasie powrotu z Phobosa na Ziemię).

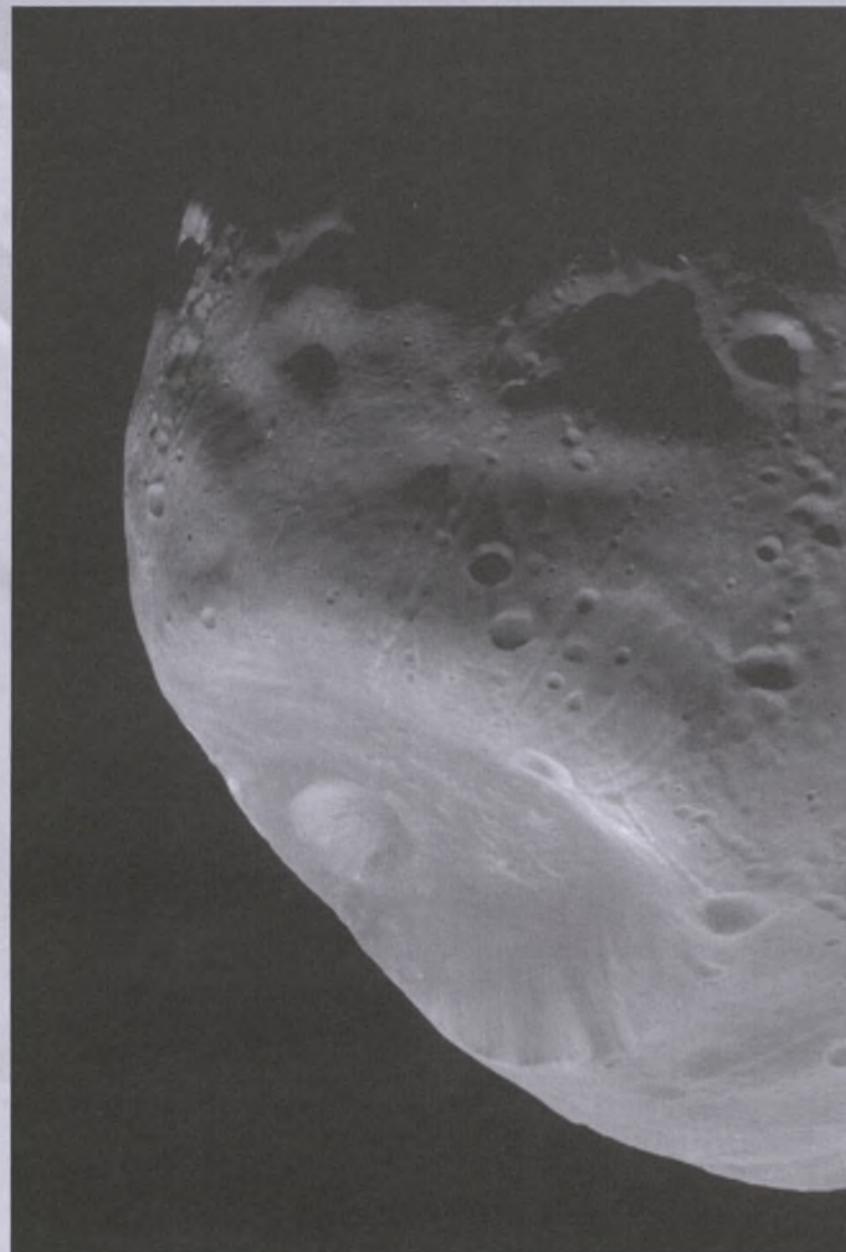
Możemy więc ocenić, jak duży statek kosmiczny będzie potrzebny dla odbycia podróży jednego człowieka z Ziemi na Phobosa i z powrotem. Wykonajmy odpowiednie obliczenia „od końca” — będą przejrzystsze.

Statek startujący z Phobosa do lotu na Ziemię będzie mieć masę:

$3 \text{ Mg} + 5 \text{ Mg} + 1,3 \text{ Mg}$ (zaopatrzenie na lot powrotny) = 9,3 Mg.

Aby taką masę rozędzić do prędkości 2 km/s, będzie potrzebny człon rakietowy: założmy, że o masie 1,5 Mg (chyba doprawdy nie za wiele?). Cała rozędziana masa wyniesie więc 10,8 Mg. Okazuje się, że aby nadać jej prędkość 2 km/s, będzie potrzebne 13 Mg aerozyny 50 i czterotlenku azotu. Można ocenić, jaka będzie masa statku „lądującego” na Phobosie: $10,8 \text{ Mg} + 13 \text{ Mg} + 2,3 \text{ Mg}$ (zaopatrzenie na pobyt na Phobosie) = 26,1 Mg. Oczywiście, aby ta masa mogła „wylądować” na Phobosie, niezbędny jest rakietowy człon hamujący. Założmy (chyba bardzo skromnie), że będzie on miał masę 2,5 Mg. Otrzymamy więc, że masa lądująca na księżycu wyniesie 28,6 Mg. Na jej zahamowanie potrzeba 35 Mg paliwa. Statek lądujący na Phobosie mieć więc będzie masę (przed lądowaniem) 63,6 Mg, a w czasie odlotu od Ziemi 64,9 Mg

⁵ Jest to najwydajniejsze paliwo rakietowe, nadające się do odpowiednio długotrwałego przechowywania. Było stosowane w statkach Apollo i LM w czasie załogowych wypraw na Księżyc.



Zdjęcie Phobosa uzyskane w 1998 r. przez sondę Mars Global Surveyor ukazujące wielki krater Stickney. Fot. NASA/JPL/Malin Space Science Systems

(gdyż trzeba jeszcze dodać masę zaopatrzenia na lot z Ziemi na Phobosa).

Aby jeden człowiek mógł odbyć podróż z Ziemi na Phobosa i powrócić na Ziemię (pomijam wszelkie inne aspekty — w tym bezpieczeństwa biomedyczne!), musi z niej wyruszyć statek kosmiczny o masie około 65 Mg!

Rachunek jest oczywiście bardzo przybliżony. Być może ktoś, kto zechce udowodnić niesłuszność moich wywodów, otrzyma 50 czy choćby i 30 Mg, ale moje wywody mają tę zaletę, że operują konkretnymi, a nie pobożnymi życzeniami, jak to się obecnie najczęściej czyni w tej dziedzinie...

Mamy więc statek kosmiczny o mase 65 Mg i musimy go rozędzić do

prędkości 11,6 km/s⁶. Jaka byłaby do tego potrzebna rakieta nośna? Można by w tym celu użyć rosyjskiej rakiety nośnej Energia z ośmioma blokami członu pierwszego (i „zdwojonym” członem drugim). Rosyjska agencja kosmonautyczna RAKA deklaruje, że mogliby dostarczyć rakietę Energia w ciągu pół roku (co prawda w o połowę mniejszej wersji „podstawowej”).

Mogliby się wydawać, że skoro będziemy na Phobosie — o krok (niespeł-

⁶ Statek Apollo LM miał masę niespełna 45 Mg i musiał osiągnąć prędkość niespełna 11 km/s. (Dla lotu z Ziemi na Księżyca nie jest potrzebne osiągnięcie drugiej prędkości kosmicznej).

na 6000 km) od Marsa — to z wylądowaniem na nim nie będzie już żadnych problemów.

Niestety, to bardzo (ale to bardzo) złudny pogląd! W przypadku ruchu satelitarnego wokół Marsa na wysokości około 6000 km prędkość charakterystyczna⁷ wynosi 4,6 km/s. Trzeba by ją przy tym osiągnąć dwukrotnie — w czasie opuszczania się z Phobosa na Marsa i w czasie powrotu z Marsa na Phobosa.

Najskromniejsze nawet oceny prowadzą do wniosku, że aby jeden człowiek mógł z Phobosa polecieć na Marsa i powrócić, byłby potrzebny statek kosmiczny o masie około 270 Mg. (Myślę więc, że komentarze są zbyteczne i nawet „udowodnienie”, iż „wystarczyły” statek kilka razy mniejszy, niczego w istocie rzeczy nie zmienia — 270 Mg czy — powiedzmy — 3 razy mniej, to na obecnym etapie rozwoju kosmonautyki jest tak samo nierealne...).

Sprawa załogowej wyprawy na Marsa ma już bardzo bogatą literaturę. Jeżeli chodzi o wyjściowe dane liczbowe, są one dobrze znane od przeszło 70 lat. Znacznie gorzej jednak jest ze sprawą konkretnej — technicznej — realizacji przedsięwzięcia. Pomysłów (nieraz bardzo „wymyślnych”) jest bardzo wiele, ale realnego rozwiązania nie widać.

W amerykańskiej agencji kosmonautycznej NASA⁸ istnieje wydział, który prowadzi analizy i badania problemu, ale do podjęcia jakichś konkretnych decyzji o ewentualnej realizacji załogowej wyprawy na Marsa bardzo, ale to bardzo, daleko. (Niewątpliwie badania takie prowadzi też rosyjska RAKA). Ten nadzwyczaj frapujący problem rozważa na całym świecie wielu indywidualnych autorów. Nie można jednak nazwać tego „przygotowywaniem wyprawy na Marsa”. Na razie nie podjęto jeszcze decyzji, czy w ogóle taka wyprawa zostanie zrealizowana i nie wiadomo, według jakiego wariantu należałyby ją zrealizować.

⁷ Nie chodzi o prędkość ruchu satelitarnego, lecz o prędkość rakiety nośnej z uwzględnieniem strat grawitacyjnych(!).

⁸ Ponieważ jestem krytykowany za nazywanie NASA agencją „kosmonautyczną”, więc podaję pełną jej nazwę: National Aeronautics and Space Administration.



Zdjęcie Phobosa uzyskane przez sondę Viking 1. Dobrze widoczny jest krater Stickney o ok. 10-kilometrowej średnicy. Fot. NASA

Obecnie zbliża się ku końcowi montaż Międzynarodowej Błiskoziemskiej Bazy Satelitarnej ALFA⁹, toteż dopiero po jej zakończeniu, być może, zacznie się konkretne rozważać realną realizację wyprawy na Marsa.

Śledząc beznamietnie to, co się dzieje w tej dziedzinie, wydaje się, że obecnie jedynym technicznie realnym rozwiązaniem jest skonstruowanie odpowiednio dużego statku kosmicznego w charakterze sztucznego księżyca Ziemi (a następnie lot ku Marsowi). Można bowiem zbudować statek kosmiczny o „dowolnych” rozmiarach — nawet wielkości „Titanica”. To tylko kwestia kosztów...

Jak wiemy, baza satelitarna ALFA o masie 440 Mg ma kosztować 100 mld dolarów. Otóż zakładając (zupełnie dowolnie), że statek do wyprawy na Mar-

⁹ Vide moja książka *Baza Satelitarna ALFA*, Warszawa 1997.

sa musiałby mieć całkowitą masę 1000 Mg, można ocenić, iż jego koszt będzie wynosił ok. 200 mld dolarów (a przecież jeszcze trzeba by go „przekształcić” ze sztucznego księżyca Ziemi w leczący ku Marsowi statek międzyplanetarny...).

Warto wspomnieć, że wśród pomysłów wyprawy na Marsa są takie, które postulują wykorzystanie w tym celu Księżyca, a więc najpierw zajęcie jego „zagospodarowaniem”. A właśnie to od lat kilkunastu uparcie postuluję! (Vide moja książka *Znowu na księżyc*, Warszawa 1999).

Dr inż. Andrzej Marks jest absolwentem astronomii Politechniki Warszawskiej. Pasjonuje się astronauptyką i jest autorem wielu książek i artykułów popularyzujących zdobyte badań kosmicznych.

Mars Express wystartował

2 czerwca wystartował statek kosmiczny Mars Express. W przestrzeń kosmiczną wyniosła go rakieta Soyuz-Fregat z Kosmodromu Bajkonur w Kazachstanie. Statek składa się z orbitera i lądownika nazwanego Bigiel 2 (ang. Beagle 2). Orbiter stanowi aluminiowa porowata skrzynka o wymiarach 1,5 na 1,8 na 1,4 m (nie wliczając paneli słonecznych) o łącznej wadze 1220 kg. Lądownik Bigiel 2 podróżuje przymocowany do statku, wyglądając trochę jak bardzo duży zegarek kieszonkowy.

Statek doleci do Marsa w grudniu tego roku po przebyciu 400 mil km. Bigiel 2 osiądzie na planecie, a statek orbitalny wejdzie na orbitę wokół Marsa.

Mars Express przybył na Kosmodrom Bajkonur 20 maja 2003 r. Statek kosmiczny napędzony 457 kg paliwa został umieszczony na rakiecie Soyuz 24 maja. 29 maja cała konstrukcja została przetoczona na płytę startową. 90 min po startie Mars Express odłączył się od rakiety Soyuz-Fregat. Statek wszedł na orbitę międzyplanetarną. Zaczęły działać panele słoneczne i statek nawiązał łączność ze stacją naziemną. W czasie lotu na Marsa będzie kontaktował się z Ziemią tylko raz dziennie.

Mars Express podróżuje ku Czerwonej Planecie z prędkością 3 km/s względem Ziemi. 3 dni po startie zwolniono dodatkowe zaciski mocujące lądownik Bigiel 2 do statku, które zapewniały mu idealne przymocowanie doń w czasie startu i chroniły przed wibracjami. W przestrzeni kosmicznej są już zupełnie niepotrzebne. Następnie urządzenie pirotechniczne uwolni zaciski, co pomoże wystrzelić Bigla 2, gdy statek przybędzie na Marsa. Nastapi to 6 dni przed lądowaniem na Czerwonej Planecie, kiedy lądownik oderwie się od orbitera. Bigiel 2 waży tylko 60 kg i jest za lekki, by nieść mechanizm sterowniczy. Nie potrafi również odbierać komend w trakcie rejsu i lądowania. Nie ma własnego napędu. Lądowaniem Bigla pokieruje orbiter. Operacją będzie sterować naziemna kontrola lotu w Darmstadt w Niemczech. Orbiter wystrzeli lądownik, a sam pozostanie na kursie kolizyjnym z planetą. Nastepnym trudnym krokiem będzie zmiana jego trajektorii i wyhamowanie prędkości do 1,8 km/s. Przy taka prędkości grawitacja planety „przehwyci” orbiter i uczyni z niego swojego satelitę. Kolejnych kilkanaście manewrów zmieni jego orbitę i dopiero potem orbiter rozpocznie obserwacje.

Tymczasem Bigiel 2 wyląduje gdzieś w obszarze równikowym, nazwanym Isidis Planitia, wewnątrz elipsy o długości 300 km i szerokości 150 km. Od zbyt twardego lądowania będą go chronić spadochrony i poduszki wypełnione gazem. Gdy bezpiecznie wyląduje, wyśle sygnał, który odbierze radioteleskop Jodrell Bank w Wielkiej Brytanii. Sygnał składa się z 9 nut, które skomponowała angielska grupa muzyczna Blur.

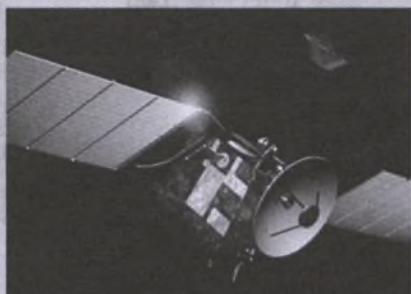
Mars Express będzie badał marsjańską powierzchnię i atmosferę przez co najmniej 2 lata (1 rok marsjański). Wyposażony jest m.in. w kamerę, która będzie mapować planetę z rozdzielczością 10 m, a spektrometr stworzy mineralną mapę Marsa z dokładnością do 100 m. Lądownik będzie działać na powierzchni przez około 6 miesięcy transmitując dane na Ziemię poprzez orbiter. Jest wyposażony w 2 kamery, mikroskop i 2 spektrometry. Może dowiercić się w głąb skorupy Marsa do głębokości 2 m i na miejscu zanalizować próbki.

Mars Express będzie badał m.in. ewolucję planety, jej wewnętrzną aktywność, obecność wody na Marsie oraz możliwe przeszłe lub obecne ślady życia.

Naukowcy dokładali wszelkich starań, aby zdążyć z misją Mars Express na czas. A czas jest niezwykły, bo tego lata Mars i Ziemia są wyjątkowo blisko siebie. Możliwość wystrzelenia rakiety na Czerwoną Planetę pojawia się co 26 miesięcy, gdy Słońce, Ziemia i Mars są ułożone w linii prostej. Jednak tego lata planety będą wyjątkowo blisko siebie — sytuacja taka zdarza się co 15–17 lat. Obliczenia pokazały, że najlepszy czas na start statku, uwzględniając jak najmniejsze zużycie paliwa i najkrótszy czas trwania podróży, przypada między 23 maja a 21 czerwca. Nic więc dziwnego, że naukowcy stanęli do wyścigu z czasem, aby „nie zamknęto się im przed nosem” tak korzystne okno startowe. Mimo pośpiechu nie zrezygnowano z żadnych zaplanowanych prób i testów — naukowcy mieli więc pełne ręce roboty.

Jest to pierwsza europejska podróż na Marsa. Mars Express kosztował 300 mln euro, dużo mniej niż inne porównywane misje planetarne. Niski koszt osiągnięto m.in. dzięki powtórnemu wykorzystaniu już istniejących instrumentów oraz sprzętu komputerowego. Mars Ekspres został stworzony przy współudziale 24 firm z 15 krajów członkowskich Europejskiej Agencji Kosmicznej oraz Stanów Zjednoczonych.

Karolina Zawada



Orbiter Mars Express i lądownik Bigiel 2



Start statku kosmicznego Mars Express z Kosmodromu Bajkonur w Kazachstanie, 2 czerwca 2003 r. o godz. 23:45 czasu lokalnego



Lądownik Bigiel 2 na Marsie (wizja artystyczna)



Mars Express

Mgławica Bumerang — najzimniejsze miejsce we Wszechświecie?

Zdjęcie wykonane przez Kosmiczny Teleskop Hubble'a przedstawia młodą mgławicę planetarną nazwaną Bumerang. Znajduje się ona w konstelacji Centaura (niebo południowe) w odległości 5000 lat świetlnych od Ziemi. Mgławice planetarne formują się wokół jasnej centralnej gwiazdy, gdy ta wyrzuca gaz w ostatnim stadium swojego życia.

Mgławica Bumerang to bardzo szczególne miejsce we Wszechświecie. W 1995 r. astronomowie Sahai i Nyman przy użyciu 15-metrowego teleskopu do badań na falach submilimetrowych w Chile odsłonili to najzimniejsze miejsce we Wszechświecie. Temperatura mgławicy wynosi według pomiarów -272°C , czyli jedynie jeden stopień powyżej zera absolutnego (zero absolutne, czyli 0 stopni w skali Kelwina, jest najniższą możliwą temperaturą). Do tej pory najniższą zmierzoną temperaturą we Wszechświecie była temperatura mikrofalowego promieniowania tła, najstarszego obserwowanego promieniowania, które wynosi -270°C (3 K). Mgławica Bumerang jest jedynym jak dotąd obiektem o temperaturze niższej niż promieniowanie tła.

Mgławicę nazwano Bumerang w 1980 r., gdy Keith Taylor i Mike Scarrott obserwowali ją przy pomocy 3,9-metrowego teleskopu w Australii. Astronomowie zobaczyli jedynie delikatną asymetrię w płatach mgławicy, sugerującą zakrzywiony kształt podobny do bumerangu. Wysokiej rozdzielczości zdjęcia z teleskopu Hubble'a wskazują, że trafniejsze byłyby nazwy „Muszka” czy „Kołkarda”.

Oryginalne zdjęcie z teleskopu Hubble'a zostało uzyskane przez R. Sahai i J. Trauger (Jet Propulsion Laboratory, USA) oraz zespołu WFPC2. Ekspozycja trwała 1000 s. Obserwowane światło jest światłem gwiazdy centralnej, rozproszonym przez ziarna pyłu.

Teleskop Hubble'a wykonał prezentowane zdjęcie w 1998 r. Obraz pokazuje słabe łuki i włókniste struktury osadzone w rozproszonym gazu płytach mgławicy. Kształt mgławicy zbliżony do kokardy jest inny niż w większości mgławic planetarnych, których płyty przypominają bardziej bąble czy barinki w gazu. Być może mgławica Bumerang jest zbyt młoda i nie zdążyła wytworzyć tego typu struktur. Nadal pozostaje zagadka, dlaczego mgławice planetarne mają tak rozmaitą kształty.

Wydaje się, że kształt kokardy powstał w wyniku bardzo gwałtownego

wiatru, który z prędkością 500 000 km/h wywiera ultrazimny gaz z umierającej gwiazdy centralnej. Od około 1500 lat gwiazda traci co roku masę równą około jednej tysięcznej masy Słońca. Jest to wartość około 10-100 razy większa niż dla innych obiektów tego typu. Tak gwałtowna ekspansja spowodowała ochłodzenie mgławicy i uczyniła ją najzimniejszym znanym miejscem we Wszechświecie.

Karolina Zawada



Mgławica Bumerang sfotografowana za pomocą teleskopu Hubble'a. Fot. R.Sahai i J.Trauger, NASA/JPL

Rozbłysk GRB030329

Najnowszym rozbłyskiem gamma, o którym zrobiło się głośno, jest bardzo jasny rozbłysk GRB030329 lokalizowany przez satelitę HETE2 (szczególny można znaleźć pod adresem <http://space.mit.edu/HETE/Bursts/GRB030329>). O jego wyjątkowej jasności świadczy fakt, że późniejsze obserwacje w zakresie optycznym ujawniły obiekt wielkości 13 mag. (wartość kilka godzin po obserwacji w zakresie gamma), a sam obiekt był widoczny i obserwowany przez około miesiąc (raporty z obserwacji są dostępne pod adresami <http://gcn.gsfc.nasa.gov/other/030329.gcn3> oraz http://gcn.gsfc.nasa.gov/gcn3_archive.html)

Rozbłysk tej wielkości został zarejestrowany przez praktycznie wszystkie satelity obserwujące w zakresie gamma, w tym przez INTEGRAL-a, który śledzi rozbłyski gamma za pomocą dwóch instrumentów:

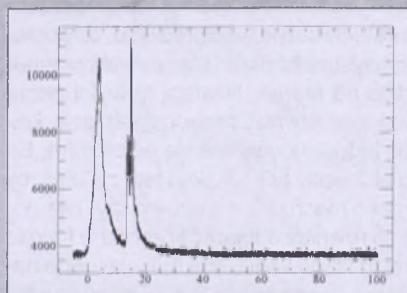
ISGRI — umożliwia określenie pozycji rozbłysku w polu widzenia instrumentu ISGRI (29×29 stopni) — około 1 rozbłysk na miesiąc.

SPIACS — brak możliwości określania pozycji rozbłysku, detekcja wszechkierunkowa — 1 rozbłysk na 1-2 dni. Jeś-

li co najmniej 3 satelity zaobserwowały dany rozbłysk można określić pozycję, korelując dane z INTEGRAL-a z danymi z innych satelitów (tzw. triangulacja).

INTEGRAL przekazuje dane telemetryczne w czasie rzeczywistym, z opóźnieniem jedynie parusekundowym, do ISDC (Centrum Danych Naukowych INTEGRAL-a) pod Genewą (<http://isdc.unige.ch>). Napływające dane są analizowane przez moduł IBAS (INTEGRAL Burst Alert System) i na bieżąco wyświetlane na konsoli komputera. W przypadku rozbłysku, który został zlokalizowany w czasie rzeczywistym (typowe opóźnienie to 20-30 s), jego pozycja, za pomocą Internetu, jest natychmiast przekazywana zainteresowanym ośrodkom.

W przypadku GRB030329 oczom operatora, który myślał w tamtej chwili głównie o obiedzie (12:37 czasu lokalnego), zaczęła się ukazywać podana niżej krzywa blasku z instrumentu SPIACS. Już z samej skali zjawiska (trzykrotny wzrost zliczeń fotonów gamma) wynikało, że rozbłysk był bardzo jasny. Zaciekanie wzrosło, kiedy krzywa blasku z instrumentu ISGRI również ujawniła znaczący wzrost zliczeń. Sugerowałoby to, że pozycja rozbłysku mieściła się w jego polu widzenia i za chwilę program powinien wygenerować alert z obliczoną pozycją. Niestety, po paru dalszych minutach czekania program wciąż nie podawał pozycji. Po powtórnym sprawdzeniu obliczeń okazało się, że pozycja rozbłysku musiała być poza polem widzenia, a wzrost zliczeń instrumentu ISGRI spowodował to, że roz-



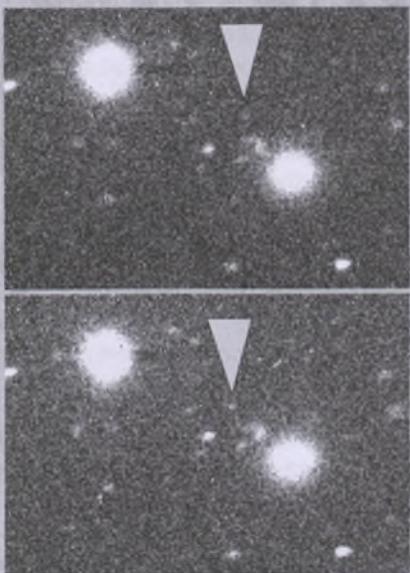
Krzywa blasku GRB030329 zarejestrowana 29 marca 2003 r. przez instrument SPIACS. Blask był na tyle jasny, iż części fotonów (głównie tych bardziej energetycznych — powyżej 100 keV) udało się przeniknąć przez układ osłon systemu VETO. Pozycja podana przez HETE2 potwierdziła te przypuszczenia. Pozostało tylko pogratulować zespołowi HETE2 udanego polowania. I do następnego rozbłysku...

Jerzy Borkowski

Jowisz przekroczył sześćdziesiątkę!

Największa z planet naszego Układu Słonecznego — Jowisz — jest już niekwestionowanym liderem w biegu po największą liczbę znanych księżyców. Dzięki odkryciom, jak dotąd 21, nowych satelitów w bieżącym roku, jego „gwardia przyboczna” liczy już 61 „żołnierzy”.

Większość nowości to efekt wyteżonej pracy trójki uczonych: Scotta S. Shepparda i Davida C. Jewitta z Instytutu Astronomii Uniwersytetu Hawajskiego oraz Jana Kleyna z Cambridge University. Najbardziej bogaty w sukcesy był początek lutego 2003 r., kiedy to odkryto większość z owych 21 satelitów. Tak bogate liczbowo znaleziska nie byłyby możliwe bez potęgi obserwacyjnej teleskopów Subaru (8,3 m) i Canada-France-Hawaii (3,6 m) na szczycie hawajskiego Mauna Kea. Orbity wszystkim „nowym” policzył nie kto inny, jak Brian Marsden z Centrum Astrofizyki Harvard-Smithsonian.

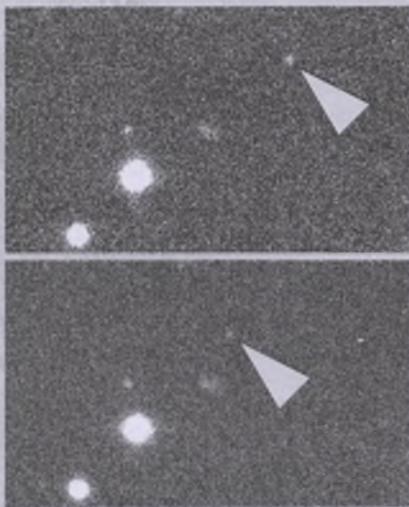


Satelita S/2003 J1 w dniu 4 marca 2003 r. w odstępie około 8 min. Ruch satelity wyraźnie widoczny na tle gwiazd i galaktyk. Jowisz jest poza zdjęciem, jakieś parę stopni kątowych na zachód. Fot. Scott S. Sheppard, David C. Jewitt

Odkrycie wszystkich księżyców zostało już formalnie obwieszczone przez Międzynarodową Unię Astronomiczną w kilku tzw. cyrkularzach. Pierwsza siódemka 4 marca, 8. — 6 marca, 9.-12. — 7 marca, 13.-20. — w kwietniu, natomiast 21. — w maju. Oprócz S/2003 J20 wszystkie pozostałe księżyce wydają się mieć odległe wsteczne orbity (czyli poruszają się w kierunku przeciwnym aniżeli obraca się sam Jowisz) — czyli ta-

kie, jak znakomita większość znanych nieregularnych satelitów Jowisza. Natomiast wspomniany już S/2003 J20, będący na orbicie prostej, jest prawdopodobnie odmienny od wszystkich innych znanych księżyce gazowego giganta.

(mag)



Satelita S/2003 J14 w dniu 26 lutego 2003 r. w odstępie około 39 min. Ruch satelity wyraźnie widoczny na tle gwiazd i galaktyk. Jowisz jest poza zdjęciem, jakieś parę stopni kątowych na zachód. Fot. Scott S. Sheppard, David C. Jewitt

Portret świata w podczerwieni

Powstał 2 Micron All Sky Survey (2MASS) — kompletny katalog całego nieba w podczerwieni, na falach o długości 2 μm. Przegląd nieba w podczerwieni, którego wynikiem jest katalog, ukazał olbrzymią ilość gwiazd w naszej macierzystej Galaktyce oraz wiele galaktyk poza nią. Kompletne pomiary utworzyły atlas około 5 mln obrazów zawierających razem prawie pół miliarda obiektów.

Badania rozpoczęto od nieba północnego w czerwcu 1997 r., przy użyciu 1,3-metrowego teleskopu umieszczonego w Stanach Zjednoczonych w Fred Lawrence Whipple Observatory w Arizonie. Obserwacje półkuli południowej zaczęto w marcu 1998 r., używając teleskopu o takiej samej średnicy — 1,3 m w Chile, w Cerro Tololo Inter-American Observatory. Obserwacje zakończono w lutym 2001 r. Od tego momentu uczeni przystąpili do opracowywania danych.

Fale podczerwone lepiej przenikają przez pył niż światło widzialne, dzięki czemu w naszym najbliższym otoczeniu mogliśmy dojrzeć o 1/3 galaktyk więcej niż dostrzegały teleskopy czułe w tym samym zakresie fal co ludzkie oko. Usuwając niewidzialną przeszkodę, jaką

jest wszechobecny pył, utrudniający obserwacje w zakresie optycznym, mogliśmy również lepiej przyjrzeć się naszej własnej Galaktyce.

Panorama całego nieba w podczerwieni ukazuje nam obraz 1,6 mln galaktyk. Ponad połowa z nich nigdy wcześniej nie była skatalogowana. Obraz pozwala zlokalizować gromady galaktyk i supergromady, które tworzą wielkoskalową strukturę Wszechświata.

Chociaż powstały katalog 2MASS będzie przez lata służył uczonym, już teraz może poszczycić się swoimi dokonaniami. Badania ujawniły setki brązowych karłów (obiektów, które gdyby były nieco masywniejsze, stałyby się gwiazdami), galaktyk i kwazarów zakrytych przez pył oraz pokazały niewidoczne do tej pory szczegóły w Wielkim Obłoku Magellana. Przy okazji została stworzona największa, jak do tej pory, baza danych asteroid, obejmująca ich położenie, jasność i kolor.

Katalog zdjęć dostępny jest dla wszystkich w Internecie. Przeogromną galerię galaktyk, gromad i mgławic można obejrzeć na stronach <http://www.ipac.caltech.edu/2mass/gallery/>

Karolina Zawada



Galaktyka NGC 7479. Fot. 2MASS/UMass/IPAC-Caltech/NASA/NSF



Nieznana wcześniej galaktyka znajdująca się w pobliżu płaszczyzny Mlecznej Drogi. Fot. 2MASS/UMass/IPAC-Caltech/NASA/NSF

Sędziwy Galileo wciąż użyteczny

Po ponad siedmiu, wielce pracowitych i przeobfitych w dokonania latach próbnik Galileo wkrótce dokona swych dni. Ma już zbyt mało paliwa, by ustawać swą antenę ku Ziemi i korygować tor lotu stosownie do „zachcianek” kontrolerów. Pedantyczni uczeni zdabali też, by Galileo nie stał się bezużytecznym wrakiem dryfującym bez celu i przyszłości po jowiszowych bezdrożach. Nadtto, gdyby fatalnym zbiegiem okoliczności jego mechaniczne „zwłoki” spoczęły na Europie — mogłyby to mieć katastrofalne w skutkach konsekwencje. Wszak odkryto tam potężny podlodowy ocean, wzbudzający niezwykle emocje wśród wszyskich wyznawców istnienia życia pozaziemskiego. Choćby li tylko takiego w skali mikro. Takoż i potencjalne skażenie podpowierzchniowego oceanu ziemskimi mikroorganizmami podważałoby wiarygodność jakichkolwiek odkryć w ewentualnym królestwie europejskiej fauny i flory. Tak też i misja Galileo dąży ku swemu nieuchronnemu końcowi — zderzy się on z Jowiszem 21 września br.



Najlepszy z dotychczasowych obrazów Amaltei, wykonany przez sondę Galileo 4 stycznia 2000 r., z odległości 238 tys. km. Rozróżnialne są szczegóły o wielkości 2,4 km. Obszar jasnej materii, którą widać w kraterze Gaea w pobliżu bieguna południowego, jest mocno prześwietlony — w rzeczywistości jest mniejszy. „Powyginany” terminator wskazuje na bardzo chropowatą powierzchnię księżyca, z wieloma małymi wzgórzami i dolinami.

Fot. JPL/NASA

Oczywiście wciąż jeszcze opracowywane są dane, które sukcesywnie „spływały” z próbnika. I właśnie pośród danych sprzed pięciu miesięcy inżynierowie ze sławnego Laboratorium Napędów Odrzutowych (JPL — Jet Propulsion Laboratory) — Paul Fieseler i Shadan

Ardalan — odkryli kolejną ciekawostkę. Owóż, przelatując po raz ostatni obok jednego z jowiszowych wewnętrznych księżyców — tym razem Amaltei — pokładowy teleskop Galileo, używany do orientacji statku na podstawie obserwacji gwiazd, zarejestrował 9 jasnych błysków. Za wcześnie jeszcze by wyrokować o wielkości tych przypuszczalnie siedmiu (po wykluczeniu podwójnych obserwacji) obiektów. Mogłyby to być odłamki wielkości żwiru, ale i porównywalne ze stadionem. Co do ich pochodzenia można wysunąć dwa przypuszczenia. Albo są to ciała przechwycone grawitacyjnie przez Amalteę, albo też niemi świadkowie odłupani od niej w jakiejś zamierzchłej, lokalnej katastrofie. Być może dowiemy się czegoś więcej po szczegółowej analizie danych.

(mag)

Gwiazdy i czarne dziury — kosmiczni rówieśnicy

To podejrzenie stawało się coraz to wyraźniejsze w ciągu ostatnich paru lat. Gwiazdy w galaktykach chyba rodziły się w tym samym czasie, co centralne czarne dziury. Zaczęło się od spostrzeżenia, iż masy takich czarnych dziur są wprost proporcjonalne do wielkości zgrubienia centralnego macierzystej galaktyki. Stąd był już tylko krok do wniosku, iż powstawanie gwiazd, jak i czarnych dziur, jest jakoś ze sobą powiązane. Obserwacje zdawały się potwierdzać takie założenie, przynajmniej w odniesieniu do bliższych galaktyk. Wszelako w stosunku do tych będących w odległościach kosmologicznych, sprawa była otwarta.

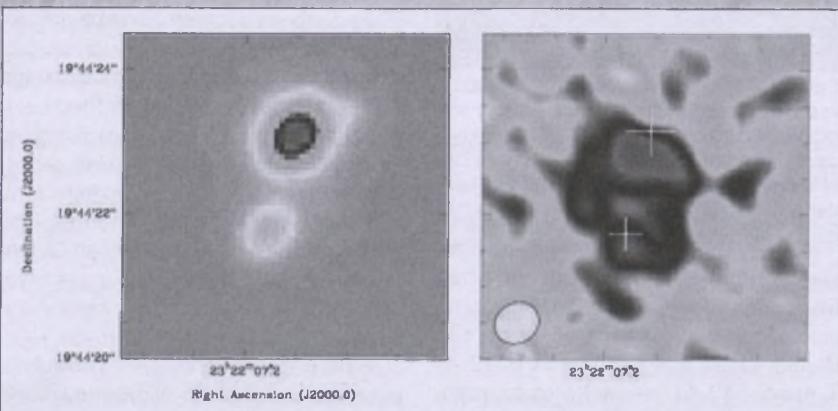
Kwestia powinowactwa tak skrajnie różnych obiektów osiągnęła swą kulmi-



Fot. 1. Wizja artystyczna gazowego dysku, w którym powstają gwiazdy, wokół centrum macierzystej galaktyki kwazar PSS J2322+1944. Średnica dysku wynosi około 13 tys. lat świetlnych. W samym centrum zdjęcia jest jasny kwazar, ożywiany przez spadek materii na supermasową czarną dziurę. Fot. Geraint Lewis, University of Sydney, NRAO/AUI/NSF

nację dopiero niedawno. W sukurs przyszła radioastronomia ze swym wielkim instrumentem VLA (Very Large Array), a i sama przyroda sprawiła się nader godnie. Nie dość, że kwazar, to jeszcze „sportretowany” grawitacyjnie przez galaktykę, znajdująca się w idealnym położeniu pomiędzy nim a Ziemią. Tak można w kilku słowach ująć ogrom skarbów, jakie kryje w sobie obiekt oznaczony jako PSS J2322+1944. Kwazar ów, czyli niezwykle jasny obiekt napędzany przez supermasową czarną dziurę w jądrze galaktyki, będąc w odległości jakichś 12 mld lat świetlnych reprezentuje Wszechświat w jego wieku młodzieńczym. Miał wówczas „dopiero” niecałe 2 mld lat, czyli coś około 15% swojego obecnego wieku.

Pierwsze wsparcie ze strony natury to efekt uboczny ekspansji Uniwersum. Uczeni, szukając konkretnych struktur, starali się zaobserwować naturalną emisję radiową molekuły CO, czyli tlenku



Fot. 2. Po lewej: podwójny obraz optyczny, wskazujący na efekt soczewkowania grawitacyjnego, kwazaru PSS J2322+1944 wykonany teleskopem Kecka. Po prawej: przesunięta ku czerwieni emisja tlenku węgla CO, wykonana radioteleskopem VLA. Widać wyraźny zarys tzw. pierścienia Einsteina. Krzyżki wskazują położenie optycznych obrazów kwazara. Fot. G. Djorgovski; C. Carilli i in., NRAO/AUI/NSF

Garść faktów o kwazarze PSS J2322+1944

- źródło podwójne, separacja składników 1,5"
- identyczne składniki widmowe - soczewkowanie grawitacyjne
- przesunięcie ku czerwieni $z = 4,12$
- jasność absolutna $M_B = -28,1$ mag.
- gęstość strumienia w zakresie podmilimetrowym:
 - $9,6 \pm 0,5$ mJy (250 GHz)
 - $22,5 \pm 2,5$ mJy (350 GHz)
- jasność w zakresie dalekiej podczerwieni (emisja termiczna gorącego pyłu) $3 \times 10^{13} L_\odot$

węgla. Wiadomo o niej, iż jest to ważny składnik gazu, który tworzy gwiazdy. Sęka w tym, iż częstotliwość, na której manifestuje swą obecność — 23 GHz — jest dalece poza możliwościami detekcyjnymi VLA. Wszechświat się nam jednakowo rozszerza i to na tyle szybko, iż czas z kwazara PSS J2322+1944 widać na częstotliwości 45 GHz. A to już żaden problem dla VLA.

Drugi podarunek to soczewka grawitacyjna. Bez niej naukowcy nie byliby w stanie dostrzec szczegółów tak odległego kwazara. Nadto niemal doskonała soczewka — tworzy tzw. pierścień Einsteina. Samo soczewkowanie grawitacyjne zostało przewidziane teoretycznie w oparciu o Ogólną Teorię Względności już w 1919 r. Sam Einstein pokazał, w 1936 r., iż w przypadku „idealnego zgrania” soczewka grawitacyjna powinna tworzyć kołowy obraz, choć szczerze powiąpiewał, czy kiedykolwiek uda się coś takiego zaobserwować w przyrodzie. I rzeczywiście, trzeba było czekać aż do 1979 r. na pierwszą „prawdziwą” soczewkę grawitacyjną, a pierwszy pierścień Einsteina wychynał z niebytu dopiero w 1987 za przyczyną tego samego VLA. Natomiast PSS J2322+1944 to pierwszy taki pierścień wykryty poprzez emisję molekularną i do tego najodleglejszy z dotąd znalezionych. Co więcej, to jeden z najjaśniejszych kwazarów znanego nam Wszechświata. Już zdjęcie w zakresie optycznym (fot. 2, po lewej) wykonane teleskopem Kecka uwidacznia podwójny obraz wskazujący na to, iż mamy do czynienia z soczewką grawitacyjną. Całą genialność sytuacji pokazuje jednak obraz z VLA (fot. 2, po prawej) emisji CO, odkrywającej efekt pierścienia Einsteina (widoczne krzyżyki wskazują położenie odpowiedników optycznych).

Wszystko to razem pozwoliło dostrzec w trzewiach naszego bohatera dysk gazowy o średnicy 13 tys. lat świetlnych. (Dysk i czarną dziurę można zo-

baczyć w wizji artystycznej na fot. 1). W zamierzchłych czasach, patrząc z naszej perspektywy, powstawało tam rokrocznie mrowie gwiazd o łącznej masie sięgającej 900 mas Słońca. W takim tempie większość gwiazd wielkiej galaktyki eliptycznej mogłyby powstać w czasie zaledwie 100 mln lat. Wykonane „czadowe” obserwacje radiowe mocno wskazują na to, iż zaiste mnóstwo gwiazd powstawało w młodych galaktykach w tym samym czasie, gdy ich centralne czarne dziury „łapczywie” zasysały dodatkową materię. Według astronomów we wczesnym Wszechświecie co i rusz zdarzało się rozrywanie galaktyk w czasie bliskich spotkań z innymi potrzymcami. To zapewniało wydajną aprowizację w gaz centralnej czarnej dziury. Tworzył on rozległy, obracający się wokół centrum galaktyki dysk, po części karmiący czarną dziurę, po części dający podwaliny kolejnym generacjom gwiazd.

Niewykluczone, że PSS J2322+1944 posłuży jeszcze do innego. Soczewki grawitacyjne to potencjalny precyzyjny instrument pomiarowy do odległości kosmologicznych. Jeśli tylko jasność kwazara zmieniać się będzie z czasem, fluktuacje te powtórzą jego wielokrotne obrazy, wytworzone przez soczewkującą galaktykę, ale w różnych momentach czasu. Różnice te, w połączeniu z modelem matematycznym danej soczewki grawitacyjnej, pozwolą określić odległość do kwazara. Oczywiście omawiany kwazar, o ile tylko „zechce” zmieniać swoją jasność, wniesie całkiem nową jakość do działań pomiarów bardzo wielkich odległości.

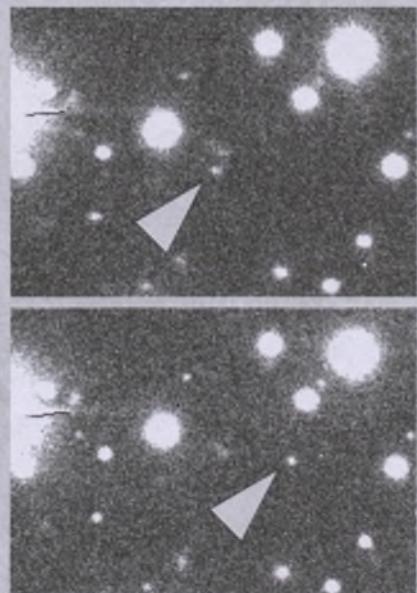
Wszystkie te wspaniałosci to efekt pracy międzynarodowego zespołu uczonych, który tworzą: Chris Carilli (NRAO), Geraint Lewis (University of Sydney), George Djorgovski (Caltech), Pierre Cox i Alain Omont (University of Paris), Ashish Mahabal (Caltech) oraz Frank Bertoldi (Max-Planck Institute). (mag)

Nowy księżyc Saturna

Po ponad trzech latach wreszcie i Saturn doczekał się okazji zwiększenia liczebności swojej księżycowej braci. S/2003 S1, odkryty 5 lutego 2003 r. przez Scotta S. Sheppard, Daniela C. Jewitta (University of Hawaii) i Jana Kleyna (Cambridge University) to 31 satelita Saturna. Mimo to Saturn pozostaje daleko w tyle za Jowiszem z jego 61 księżycami.

Do tego odkrycia wykorzystano szeroką kamery cyfrową sprzężoną z 8,3-metrowym teleskopem Subaru, na szczytowym hawajskiego wulkanu Mauna Kea. Niestrudzony Brian Marsden z Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics dopasował orbitę nowego obiektu. 8 kwietnia bieżącego roku doszło do formalnego ogłoszenia odkrycia przez Międzynarodową Unię Astronomiczną. Księżyca porusza się po orbicie wstecznej (czyli przeciwnie do kierunku obrotu samego Saturna). Przy założeniu albedo w wysokości 4% odbijanego promieniowania Słońca, S/2003 S1 ma około 8 km średnicy.

Na uzyskanych obrazach nietrudno odnaleźć księżyca, z racji jego wyraźnego ruchu względem gwiazd i galaktyk tła. (mag)



Zdjęcia najnowszego satelity Saturna, S/2003 S1, wykonane 8,3-metrowym teleskopem Subaru 5 lutego 2003, w odstępie około 1 godz. 38 min. Widać wyraźny ruch księżyca w stosunku do tła gwiazd i galaktyk. Każde ze zdjęć ma szerokość około 40 sekund łuku. Saturn (niewidoczny na zdjęciach) jest mniej więcej 1 stopień kątowy na zachód (na prawo). Fot. Scott S. Sheppard, David C. Jewitt

Astronomem był także Leonardo da Vinci

Wszyscy dobrze wiemy, że Leonardo da Vinci był genialnym artystą i równie genialnym wynalazcą — autorem pomysłów wyprzedzających epokę: od częściowo tylko zrealizowanych projektów licznych urządzeń mechanicznych, aż do zupełnie fantastycznych, takich jak czołgi czy maszyny latające. Nasz podziw budzi także wszechstronność jego zainteresowań naukowych. Jednak nie wszyscy wiedzą, że Leonardo interesował się również astronomią i nie były to tylko bierne zainteresowania.

Pierwszym nauczycielem Leonarda w tej dziedzinie, a było to jeszcze we Florencji, gdy Leonardo miał niespełna 20 lat, był już wówczas sędziwy wielki matematyk, przyrodnik i lekarz Paolo del Pozzo Toscanelli. Pod jego wpływem Leonardo zaczął obserwować niebo, wyznaczać położenia planet, a także samodzielnie obliczać ich ruchy. Rychło posiadł umiejętność posługiwania się ówczesnymi przyrządami astronomicznymi, takimi jak astrolabium, zaś niektóre z nich sam konstruował, jak np. zegar wodny, niezbędny do rachuby czasu.

Ta wiedza i umiejętności przydały się Leonardowi 20 lat później, gdy przebywającemu w Mediolanie artyście księciu Lodovico Sforza powierzył zadanie uświetnienia uroczystości zaślubin swego bratanka Gian Galeazzo z Izabelą Aragońską, wnuczką króla Neapolu. Leonardo zaprojektował i zrealizował spektakl zatytułowany „Festiwal w raju”. W dniu owych księżycowych zaślubin, 13 stycznia 1490 r. setki zaproszonych gości czekały w wielkiej sali zamkowej aż do północy na moment, gdy wielka atłasowa zasłona uniosła się ku górze, odsłaniając dzieło Leonarda. Posłużymy się tu opisem z książki Antoniny Vallentyn (*Leonardo da Vinci*, PIW, Warszawa, 1959): *Przed zachwyconymi oczami widzów roztoczył się widok niebios, dzieło Leonarda. Była to olbrzymia półkulą bogato od wewnętrz wyzłociona. Cały horyzont pokrywały gwiazdy; ponad linią widnokregu światła migające spoza szklanych tarcz obrazowały dwanaście znaków Zodiaku, a siedem planet uszeregowano zgodnie z ich hierarchią. [...] W blasku spływającym z wnętrza półkuli i skrącym się jak gdyby pyłem diamentowym siedem planet porusza-*

to się w swoich orbitach ... Łagodna muzyka i kryształowe głosy chórów książęcych tłumili hałas mechanizmu, tak że odnosiło się zupełnie wrażenie, jak gdyby wszysktko poruszane było przez jakieś siły nadnaturalne.

Układ i ruchy planet przedstawione przez Leonarda ilustrowały wprawdzie model geocentryczny, z Ziemią w środku, ale trzeba pamiętać, że Mikołaj Kopernik był wtedy zaledwie początkującym studentem Akademii Krakowskiej, a do ukazania się jego *De Revolutionibus* miało jeszcze upłynąć ponad 50 lat. Z drugiej strony jednak, w zapisach Leonarda znajdujemy m.in. takie oto, sugestywne zdania: *Il sol non si muove, czy Pozwólcie, aby Ziemia obracała się...* Czytając je, trudno uniknąć konkluzji, że Leonardo, popularyzując model geocentryczny, sam nie był przekonany o jego poprawności...

Kilka lat później Leonarda zafascynowała Księżyca. Na podstawie własnych obserwacji wykonał cały szereg jego rysunków w różnych fazach. Dość powszechnie jest przekonanie, że dokonywał swych obserwacji gołym okiem. Ale nie jest to wcale oczywiste. Bo oto, na przykład, w książce Irvinga Stone'a, będącej zbeletryzowaną biografią Michała Anioła (*Udręka i ekstaza*, Czytelnik, Warszawa, 1990, księga 6, rozdział 13), czytamy: *Pierwsze miesiące 1504 roku Leonardo da Vinci poświęcił szeregowi wynalazków w dziedzinie mechaniki, obmyślaniu pomp ssących, turbin, kanałów, mających zmienić bieg rzeki Arno, oddalić ją od Pizy, a także zakładaniu pod oknem swego dachu obserwatorium astronomicznego, z lunetą do badania księżyca. Czy rzeczywiście „z lunetą”? Nie ulega wątpliwości, że Leonardo zajmował się naturą światła i optyką, a liczne jego rysunki ilustrują rozmaite zjawiska z tej dziedziny, takie jak geometria odbicia promieni świetlnych, powstawanie cienia itp. Co więcej, w jego zapiskach znajdują się takie oto recepty: Zrób szkła, abyś mógł zobaczyć powiększony obraz Księżyca lub: Aby obserwować naturę planet, otwórz dach i sprowadź obraz planety na powierzchnię wklęsłego zwierciadła. Obraz planety odbity przez zwierciadło ukaże powierzchnię planety w znacznym powiększeniu. Pierwsza z tych recept odnosi się w oczywisty sposób do lunety soczewkowej (tj. refraktora), zaś*

druga — do teleskopu zwierciadlanego (tj. reflektora). Czy jednak Leonardo posłużył się samymi receptami i zbudował pierwszą lunetę na ponad 100 lat przed Lippersheyem i Galileuszem oraz pierwszy teleskop zwierciadlany na sto kilkadziesiąt lat przed Newtonem? I czy posługiwał się nimi w swoich obserwacjach Księżyce i planety? W jego bogatej spuściźnie nie ma, niestety, żadnych zapisków, które potwierdzają takie przypuszczenia. Nie ma w szczególności rysunków Księżyca lub planet, świadczących jednoznacznie o tym, że istotnie zostały one wykonane na podstawie obserwacji teleskopowych.

Zainteresowania Księżycem nie ograniczały się tylko do wykonywania jego rysunków. Leonardo interesował się także strukturą powierzchni Księżyca. Doszedł słusznie do przekonania, że Księżyca nie może odbijać światła słonecznego tak jak lustro, gdyż w takim wypadku obserwowałibyśmy na jego powierzchni tylko jeden jasny punkt w miejscu, w którym dla obserwatora na Ziemi zachodzi równość kąta padania i kąta odbicia. Wysunął zatem hipotezę, że Księżyca pokryty jest warstwą wody, której powierzchnia jest tak silnie pofalowana, że we wszystkich miejscach światło słoneczne jest odbijane czy raczej rozpraszałe w identyczny sposób. Wprawdzie hipoteza ta okazała się nieprawdziwa, ale sama myśl w niej zawarta była oryginalna i nader interesująca.

I wreszcie w roku 1510, kontynuując swoje zainteresowania Księżycem, Leonardo podjął próbę wytlumaczenia tzw. „światła popielatego”. Jak wiadomo, tuż po nowiu (lub tuż przed nowiem) oprócz jasnego sierpa Księżyca świeci także, choć znacznie słabiej, cała jego tarcza. Leonardo, jako pierwszy, podał poprawne wytlumaczenie tego zjawiska: sierp — to część powierzchni Księżyca oświetlona przez Słońce, „światło popielate” — pochodzi od promieni słonecznych odbitych przez Ziemię. Niestety, mimo swoich zamierzeń, by opublikować wyniki obserwacji i dociekań astronomicznych, Leonardo nigdy tego nie zrobił. Zachowały się one, podobnie jak wiele innych notatek i rysunków, tylko w formie rękopisów. Skutkiem tego zasługa wyjaśnienia „światła popielatego” przypadła żyjącemu sto lat później astronomowi



Przedteleskopowy obraz Księżyca autorstwa Leonarda da Vinci, pochodzący z ok. 1500 r.

o mało znanym nazwisku Mästlin, który swego odkrycia także nigdy nie opublikował, ale — na szczęście dla niego — ogłosił je w jednym ze swoich dzieł Jan Kepler.

Wkład Leonarda do astronomii został w pełni doceniony dopiero po kilkuset latach, gdy jego notatki i rysunki, zawarte w słynnych tekach: *Codex Arundel*, *Codex Atlanticus* oraz *Codex Leicester*, stały się przedmiotem badań historyków.

Ciekawa jest historia najbogatszego w notatki i rysunki astronomiczne *Codexu Leicester*. Przez ponad dwieście lat należał on do potomków Thomasa Coke'a, lorda Leicester (stąd nazwa *Codexu*). W roku 1980 jego właścicielem stał się amerykański milioner Armand Hammer, bardziej znany jako miłośnik Związku Radzieckiego, który postanowił zmienić nazwę teki na *Codex Hammer* (!). Po śmierci Hammera, jego spadkobiercy wystawili *Codex* w 1994 r. ponownie na aukcję, a zakupił go — za sumę 31 mln dolarów — właściciel firmy Microsoft, Bill Gates, który bezzwłocznie przywrócił mu jego historyczną nazwę: *Codex Leicester*.

Astronomowie uczcili zasługi Leonarda, nadając jego imię jednemu z kraterów na powierzchni Księżyca oraz planetoidzie o okrągłym numerze 3000.

Prof. Józef Smak jest członkiem Polskiej Akademii Nauk i astrofizykiem pracującym w Centrum Astronomii PAN w Warszawie. Jego badania naukowe dotyczą fizyki gwiazd podwójnych i dysków akrecyjnych

.../ w noc przed zaćmieniem
Słońca, 30 maja, widziałam
o północy zorzę polarną! Taki
widok widziałam po raz pierwszy
na własne oczy! [...] Kolory
zorzy były czerwone, fioletowe.
Niski horyzont był aż czerwony.
Powyżej jasne pasmo chmur,
z którego wystrzeliły w górę
jasne słupy, mieniając się kolorami.
Później słupów przybywało.
Siegały prawie po zenit,
aż do Gwiazdy Polarnej.
Szkoda, że tej nocy nie miałam
przy sobie aparatu
fotograficznego. Pozostały mi
jedynie zapiski i wrażenia
do końca życia.
Jedno wiem na pewno,
to było piękne!

[z listu Czytelniczki, p. Krystyny Jaskulskiej, do Redakcji „Uranii-PA”]

Zrozumieć zjawisko zorzy polarnej

Zorze polarne (*aurorae borealis*, *aurorae australis* — odpowiednio nazwy dla półkuli północnej i południowej) od wieków fascynowały ludzi, a jednocześnie budziły trwogę. Na ich temat powstało wiele mitów oraz legend.

W przeszłości, gdy nie potrafiono realnie wy tłumaczyć dziwnego zjawiska pojawiania się zorzy polarnej, ludzie na swój sposób chcieli je zrozumieć. Pojawianie się zorzy identyfikowano ze znakiem od bogów, którzy łaskawie ostrzegali przed chorobą, plagą, wybuchem wojny (gdy kolor zorzy był czerwony), śmiercią, czasem mogła też zwiastować królewskie narodziny.

W średniowiecznej Europie pojawiające się w nocy „dziwne” światło utożsamiano z duchami zmarłych wojowników. Wierzono, że rycerze, którzy ginęli za ojczyznę lub za króla, w nagrodę mogli kontynuować walkę w niebie, a owo światło było oddechem tych, którzy wznowiali walkę.

Z kolei Eskimosi zamieszkujący Północną Amerykę wierzyli w nadprzyrodzoną moc nocnego światła. Według nich gwizdanie na zorzę sprawiało, że zabierała taką osobę z Ziemi. Jedynie klaśnieście w ręce mogło odwieść zorzę od tego.

Jeszcze inaczej zjawisko pojawiania się zorzy polarnej tłumaczyły ludy nad Zatoką Hudsona. W tych rejonach zorza nazywana była *światłem północnym*. Tamtejsi ludzie wierzyli, że niebo to ogromna kopuła z twardego materiału,

przykrywająca płaską Ziemię. Przez otwory znajdujące się w kopule mogły przedostawać się do nieba dusze zmarłych. Według wierzeń, droga do nieba prowadziła przez wąski most umieszczony ponad ogromną przepaścią. Dusze przebywające już w niebie oświetlały tę drogę nowo przybywającym. Owo światło to zorza polarna.

Czym naprawdę jest północne światło?

Z ciągle niespokojnej atmosfery Słońca, odległej o 150 mln km od Ziemi, w przestrzeni międzyplanetarną ulatują wysokoenergetyczne cząstki, związane z wiatrem słonecznym¹. Po kilku dniach kosmicznej podróży, z prędkościami dochodzącymi do 800 km/s, docierają do Ziemi. W miarę zbliżania się

¹ Wiatr słoneczny, o którym pisze autor (prędkości dochodzące do 800 km/s), nie jest ze swej natury wysokoenergetyczny. Prędkość termiczna elektronu o temperaturze 1 eV wynosi 419 km/s, zaś temperatura samego wiatru wynosi ok. 100 000 K (10 eV). Natomiast w wietrze mogą się znaleźć strumienie energetycznych cząstek lub pojawić się obłoki wysokoenergetycznych cząstek (CME). Przy odpowiedniej konfiguracji pola magnetycznego wiatru słonecznego jest możliwe bezpośrednie wniknięcie cząstek do obszarów polarnych, jednak większość silnych zór powstaje w trakcie tzw. subburz, kiedy to energia oddziaływanego wiatru słonecznego z magnetoferą wyzyskuje się w obszarze ogona magnetofery ziemskiej — część jej pojawia się w obszarach polarnych w postaci strumieni wysypujących się cząstek. (red)



Fot. 1. Zorza polarna na tle gwiazdobioru Wielkiej Niedźwiedzicy, sfotografowana w Obserwatorium Astronomicznym

do jej powierzchni napotykają na silny opór. Jest nim ziemskie pole magnetyczne, które stanowi swego rodzaju tarczę ochronną. Większość wysokoenergetycznych cząstek jest odchylana przez pole magnetyczne Ziemi i omija ją. Niektóre jednak są chwytyane i przyspieszane przez pole magnetyczne wzdłuż kierunku jego linii i kierowane w okolice biegunów magnetycznych naszej planety (ruch cząstek naładowanych może odbywać się tylko wzdłuż linii pola magnetycznego). Tam cząstki wiatru słonecznego, głównie elektrony, wpadają do atmosfery i zderzając się z atomami i molekułami, wzbudzają je.

Rozważmy atom wodoru, który jest złożony z jednego protonu i krążącego wokół niego elektronu. W stanie podstawowym elektron jest na możliwie najwyższej orbicie. W procesie zderzenia atomu ze swobodnym elektronem, elektron przekazuje swoją energię kinetyczną elektronowi krążącemu wokół jądra. Energia ta umożliwia przejście tego elektronu na wyższą orbitę. Mamy wówczas do czynienia z atomem wzbudzonym. Jego stan jest niestabilny, co oznacza, że po pewnym czasie elektron wraca na swoją pierwotną powłokę, wypuszczając otrzymaną energię w postaci fotonu o określonej długości fali. Bardzo duża liczba takich fotonów to strumień światła — nasza zorza polarna.

Dla atomów tlenu sytuacja jest bardziej skomplikowana, gdyż niektóre przejścia elektronowe są zakazane. Oznacza to, że wzbudzony atom wymaga określonego czasu, po którym elektron, przeskakując na niższą orbitę, wypromienia foton. Implikuje to określona gęstość, a stąd wysokość atmosfery.



Fot. 2. „Tańczące” pionowe woale zorzy polarnej

Dla czerwonej linii o długości 630 nm czas ten wynosi 110 s, a wysokość, na której przejścia mogą zachodzić, wynosi 250 km. Na niższych wysokościach przejścia te są niedozwolone. Dla linii o długości 557,7 nm czas ten wynosi 0,74 s, co umożliwia powstanie zielonej zorzy już na wysokości ok. 100 km.

Cała zorza często jest złożona z szeregu barw i obserwowana w szerokim zakresie wysokości: od ok. 60 km do ok. 1000 km (tylko astronauti mogą dotknąć zorzy).

Jak wygląda zorza?

Mechanizm powstawania zorzy przypomina kolorową telewizję. Wiązka elektronów kontrolowana przez pole elektromagnetyczne uderza w ekran, powodując jego świecenie w różnych kolorach. W procesie powstawania zorzy wiązka elektronów, najpierw przyspieszana w polu elektrycznym i następnie poruszająca się wzdłuż linii pola

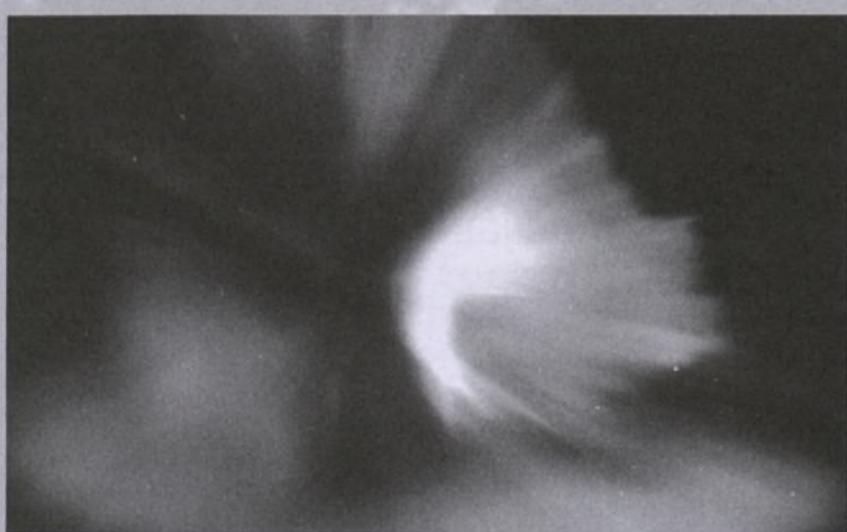
magnetycznego, zderza się z różnymi rodzajami atomów i molekuł, wytwarzając kolorowe światło — telewizję. Jeśli zorza jest wystarczająco jasna (IBC = 2, patrz ramka), możemy podziwiać różnorodność kolorów.

Wiemy już, że kolor jest ściśle związany z wysokością, na której powstaje zorza. I tak, zderzenia z:

- azotem — 60 km — dają kolor purpurowo-czerwony,
- tlenem — 100 km — kolor zielony,
- tlenem — 150 km — kolor czerwony,
- azotem — 1000 km — kolor purpurowo-niebieski.

Zorza jest bardzo interesującym obiektem dla obserwatora. Gdy powstaje blisko zenitu, w początkowym etapie jest jak słabo świecąca wstęga przypominająca Drogę Mleczną lub cienką chmurkę, tzw. cirrusa. Po pewnym czasie (nawet kilkudziesięciu minutach) zorza zaczyna jaśnieć i wyginać się na różne sposoby (zorze występujące blisko zenitu).

Niektóre zorze pojawiające się na średnich wysokościach tworzą rodzaj draperii. Proste pionowe promienie falując zmieniają swoje położenie (fot. 2). To tzw. *tańczenie zorzy* jest spowodowane dynamicznym oddziaływaniem prądów elektrycznych z polem magnetycznym w górnych warstwach atmosfery. Zorze, które przechodzą przez zenit magnetyczny², tworzą tzw. koronę (fot. 3) — promienie światła wydają się zbiegać w jednym kierunku. Nad ranem może pojawić się zorza zło-



Fot. 3. Korona zorzy polarnej widoczna nad biegiem magnetycznym

² Zenit magnetyczny jest określony przez styczną do kierunku wychodzących (z Ziemi) linii sił pola magnetycznego w miejscu obserwacji, dla $\varphi = 69^{\circ},5$ ta styczna jest prawie równoległa do lokalnego pionu.

żona z wielu tańczących i pulsujących plam świetlnych (fot. 4).

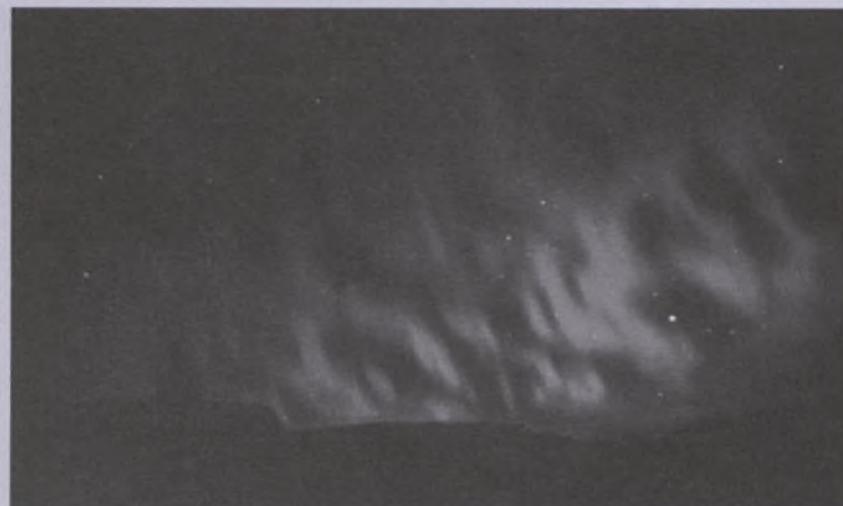
Bardzo często przeszkadzają w obserwacjach astronomicznych. Na jednym ze zdjęć (fot. 1) uchwycono zorzę położoną na tle gwiazdozbioru Wielkiej Niedźwiedzicy, w którym były prowadzone obserwacje układu zaćmieniowego typu W UMa.

Gdzie można zaobserwować zorzę?

Powstawanie zorzy ściśle zależy od aktywności magnetycznej Słońca. Im większa aktywność, tym prawdopodobieństwo powstania zorzy jest większe. Niestety, zorze nie są widoczne z dowolnego miejsca na kuli ziemskiej. Można je zobaczyć, będąc wewnątrz tzw. *ovalu zorzańskiego* (aktualny wygląd ovalu można zobaczyć pod adresem <http://www.sel.noaa.gov/pmap>). Oval otaczający biegum magnetyczny w czasie niskiej aktywności słonecznej ma średnicę ok. 3000 km. Trudniej określić jego szerokość, gdyż po oświetlonej stronie Ziemi jest kilka razy węższy niż po przeciwnej stronie. Nie można też ściśle określić szerokości geograficznej, przez którą przebiega. Ogólnie rzecz biorąc, zorzę można obserwować z Alaski, północnej Kanady, południowej Grenlandii, północnej Norwegii i północnych wybrzeży Rosji. Oczywiście należy pamiętać, że oval przebiega również wokół południowego bieguna magnetycznego Ziemi. Nie wychodzi on jednak poza granicę Antarktydy, stąd obserwacje po południowej stronie globu są szczególnie trudne.

W okresie wzmożonej aktywności słonecznej oval ten przesuwa się w kierunku równika ziemskiego. Wzrasta wtedy szansa zobaczenia zorzy z umiarkowanych szerokości geograficznych. Istnieje wówczas możliwość obserwowania zorzy np. z południowej części Australii. Pewnym evenementem było zaobserwowanie, kilka lat temu, zorzy w Obserwatorium Astronomicznym na Suhorze oraz w Młodzieżowym Obserwatorium Astronomicznym w Niepołomicach, co zostało udokumentowane na kliszy fotograficznej.

Andrzej Baran jest słuchaczem pierwszego roku studiów doktoranckich na UMK w Toruniu i asystentem w Katedrze Astronomii na Akademii Pedagogicznej w Krakowie



Fot. 4. Zorza polarna w postaci osobnych plam

Fotografowanie zorzy

Oto kilka informacji przydatnych w fotografowaniu zorzy, sprawdzonych podczas pobytu autora w północnej Norwegii ($\varphi = 69^{\circ}5'$):

- ☞ najlepiej używać aparatów z dobrą optyką, nie wymagającą zasilania z baterii; obserwacje zorzy często odbywają się w temperaturach poniżej -20° Celsjusza, więc aparaty z migawką otwieraną elektromagnetycznie mogą zanieść w tak niskich temperaturach, w tym przypadku należy zaopatrzyć się w zapasową parę baterii,
- ☞ zorze są obiektem rociągły - dobrze jest używać obiektywów z ogniskową pomiędzy 24 – 50 mm (zazwyczaj używane wartości ogniskowej), ze światłem f/3,5, f/2 i nawet większym,
- ☞ nie jest wskazane używanie opcji *autofocus* – przy małej jasności zazwyczaj nie pracuje; należy ręcznie ustawić ognisko na nieskończoność,
- ☞ korzystnie jest ustawić prawie największą przeslonę, tzn. jeżeli obiektyw posiada zakres przesłon 2,0, 2,5 itd. – należy ustawić 2,5, głębia ostrości nie jest tu istotna, nawet jeżeli fotografujemy zorzę z ziemskim obiektem, np. budynkiem czy drzewem (tego rodzaju zdjęcia szczególnie są polecone), przesłona większa niż 3,5 nie jest wskazana,
- ☞ powinno używać się filmów o czułości: ISO = 200 lub 400, czas ekspozycji w okolicy 15 s,
- ☞ niekorzystne jest zakładanie filtrów, np. UV, mogą one powodować odbicia lub inne niepożądane efekty,
- ☞ dobrze jest zaopatrzyć się w wężyk spustowy, zwłaszcza w aparatach nie posiadających czasów kilkusekundowych, a tylko tzw. *bulb*,
- ☞ bardzo przydatny jest statyw,
- ☞ zorza jest obiektem dynamicznym – zawsze porusza się po niebie. Zorze „*szylkietki*” znikają nawet w ciągu kilkudziesięciu sekund. Może ona zbyt szybko przemieścić się w kadrze, w efekcie czego pozostanie na nim rozmacona jasna plama. W przypadku tego typu zorzy należy zaopatrzyć się w filmy o dużej czułości, aby zminimalizować czas ekspozycji.

Jak porównać jasność różnych zorzy?

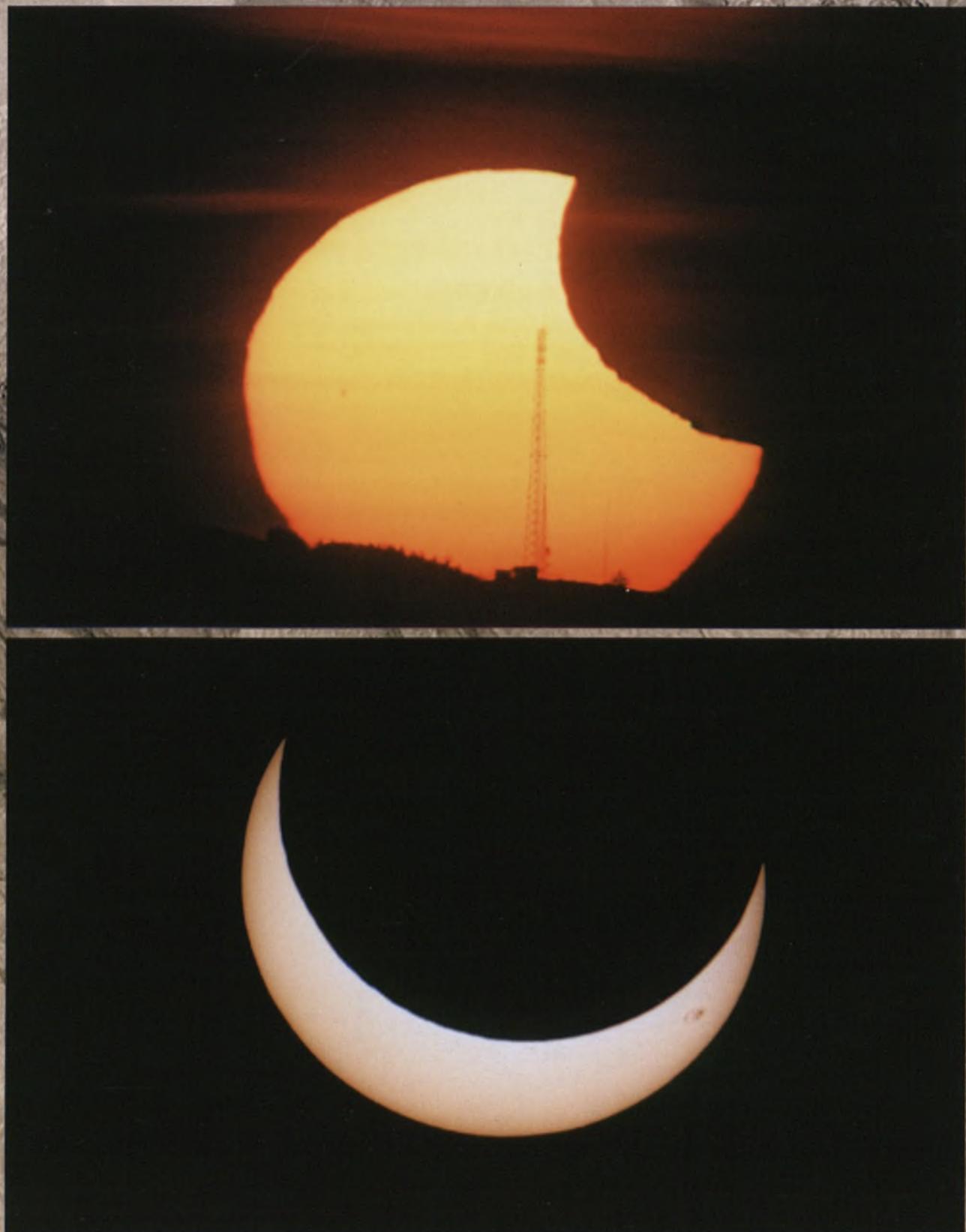
Jasność zorzy jest opisywana przez Międzynarodowy Współczynnik Jasności (z ang. IBC). Poniżej przedstawiono zakres tego współczynnika wraz z opisem:

- 0 – zorza widoczna tylko na kliszy fotograficznej,
- 1 – jasność porównywalna z Drogą Mleczną,
- 2 – jasność porównywalna z cirrusami oświetlanymi przez Księżyc,
- 3 – jasna, widoczna w obecności światła miejskich,
- 4 – zorza tak jasna, że może rzucać cień.

Jeżeli rozpoznawalny jest jakikolwiek kolor, IBC musi być co najmniej równy 2. Jeżeli jasne gwiazdy nikną na tle zorzy, IBC wynosi co najmniej 3.

„Ostatnie zaćmienie obserwowałem w Żręcinie, ze wzniesienia ok. 370 m n.p.m. Zjawisko zaczęło się fantastycznym wschodem Słońca z widocznym zielonym promieniem. [...] Liczna grupa miłośników zaćmienia podziwiała zjawisko we wspaniałym klimacie wiosennego poranka, w doskonałych warunkach pogodowych i z widokami na efektowną mgłę zalegającą w dolinach...”

Galeria Uranii



Autor powyższych słów i zdjęć, Mariusz Świętnicki, do fotografowania zaćmienia użył teleskopu Newtona 205/907 z telekonwerterem ×2. Górnne zdjęcie: godz. 4:40 CWE, eksp. 1/1000 s. Dolne: godz. 5:23 CWE, eksp. 1/125 s (z filtrem na obiektywie, film FujiColor Superia x-TRA 400)

Galileo

ku Jowiszowi



Venus
10.02.1990



Ida i Daktyl
28.08.1993



Obserwacje komety
Shoemaker-Levy
9.07.1994



Gaspra
29.10.1991

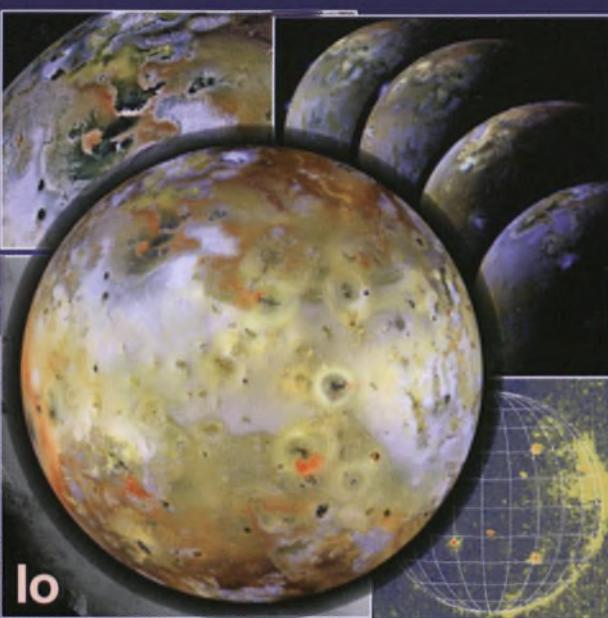
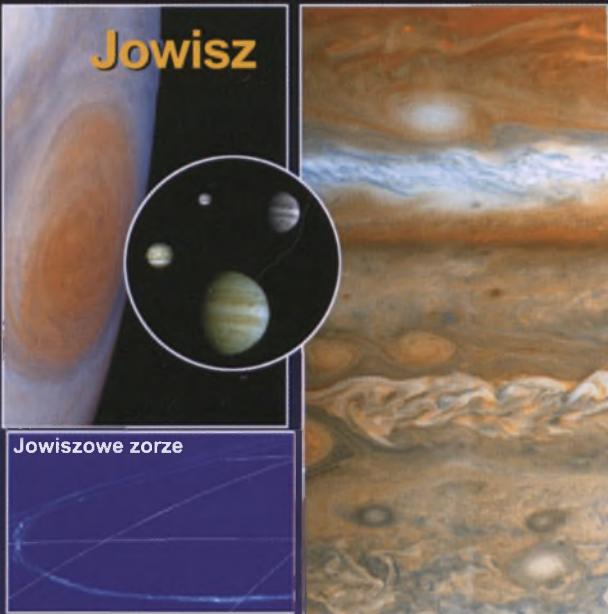


Wypuszczenie
próbnika
13.07.1995

Urania

POSTĘPY ASTRONOMII

Wejście Próbnika Galileo
w atmosferę Jowisza. Galileo Orbiter
na orbicie wokół Jowisza 7/8.12.1995



Ganimedes



małe księżyce



Amalthea



Adrastea

Metis

i pierścienie



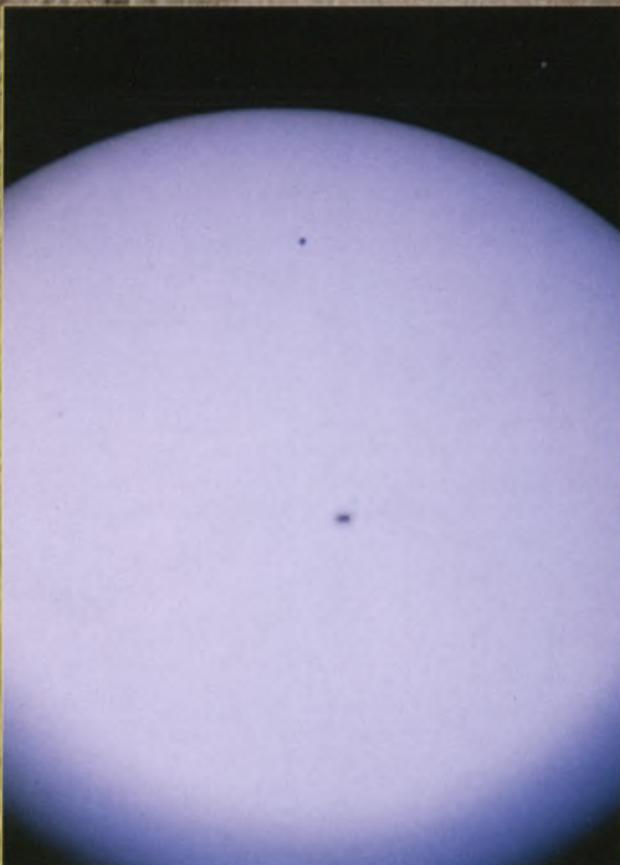
Europa



Kallisto

Galeria Uranii

„Przejście Merkurego na tle tarczy Słońca, na Podkarpaciu można było obserwować w doskonałych warunkach pogodowych. Bezchmurne niebo i wyjątkowo stabilna atmosfera dawały okazję do uzyskania pięknych obrazów czarnej tarczki planety przesuwającej się nad dobrze widoczną granulacją powierzchni naszej gwiazdy. Zjawisko to stanowiło doskonałą okazję do pokazów nieba i dobrze oddawało ogrom Słońca w porównaniu z Merkurem, który i tak znajdował się bliżej Ziemi” — napisał Mariusz Świętnicki, autor zamieszczonego poniżej zdjęcia (godz. 9:42 CWE, Newton 205/907 z telekonwerterem, soczewką Barlowa i filtem obiektywowy, eksp. 1/500 s, film Konica VX 400).



Powyzsze zdjecie przejścia Merkurego wykonał Marcin Filipk (obiektyw MTO1000 + okular (pow.70x) + Practica MTLEB z ob. 50/1,8, czas 1/500 s, godz. 8.04 CWE, film ASFA 200 ASA). Poniżej zdjcie autorstwa Artura Pilarczyka wykonane o godz. 11.00 (teleskop 200/1000, ogniskowa robocza 4000 mm, filtr Mylar, czas eksp. 1/250 s, film o czułości ISO 100).



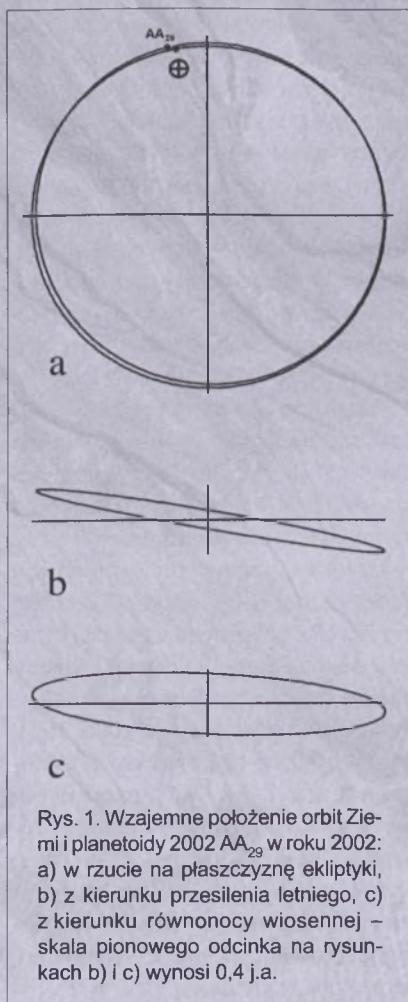
Zdjęcia Jowisza z kwietnia i maja 2003 r. robione przez teleskop o średnicy zaledwie 9 cm przystał do Redakcji Kuba Małecki z Poznania. Jest to teleskop Maksutowa-

-Cassegraina o ogniskowej 1250 mm wydłużonej 2x przez użycie soczewki Barlowa. Autor posłużył się tu kamerą internetową ToUcam Pro.

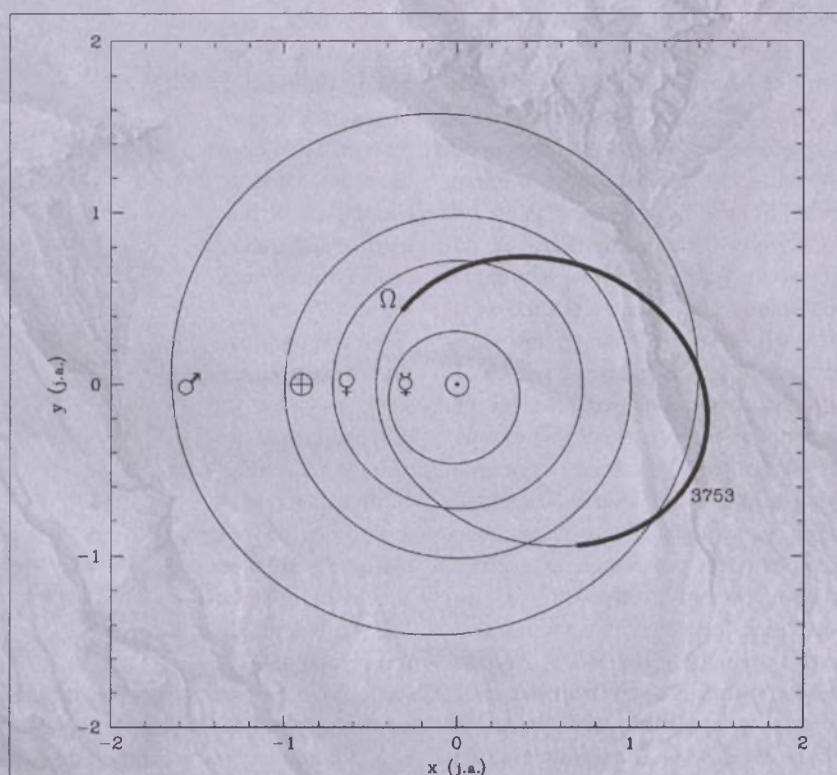


Znamy już dwie planetoidy towarzyszące Ziemi

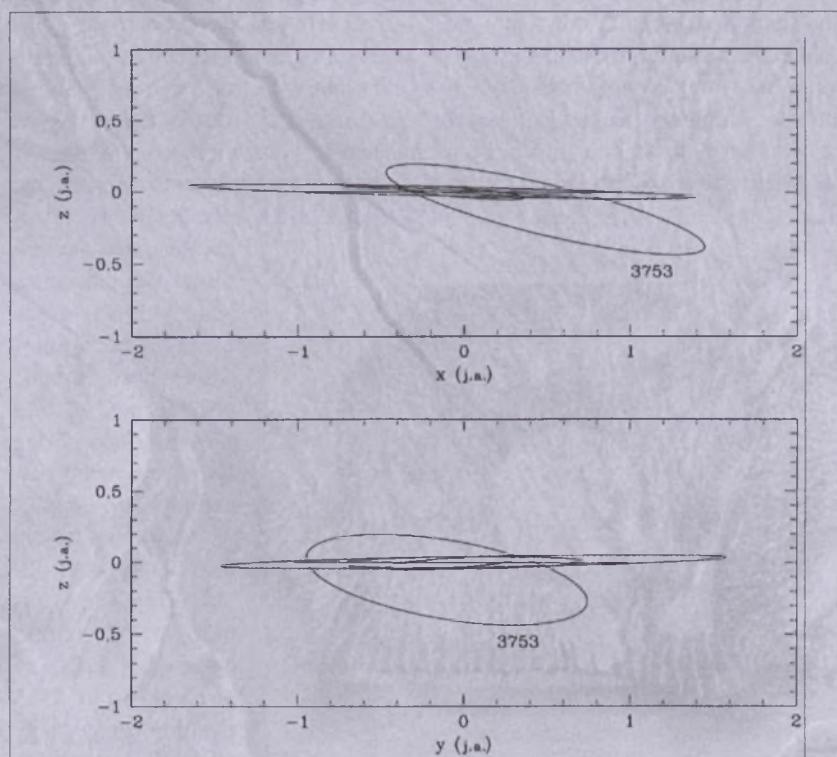
W numerze 2/2003 „Uranii – Postępów Astronomii” ukazała się notatka o odkryciu pierwszej koorbitalnej do orbity Ziemi planetoidy 2003 AA₂₉. Warto jednak wspomnieć, że prawie ten sam zespół, którego trzon stanowią Paul Wiegert z Queens University w Kingston, Kimmo Innanen z York University w Toronto (oba w Kanadzie) oraz Seppo Mikkola z Uniwersytetu w Turku w Finlandii, odkrył już wcześniej podobne zachowanie u planetoidy 1986 TO, noszącej obecnie nazwę 3753 Cruithne. Planetoidy te różni jedynie fakt, że 2003 AA₂₉ ma orbitę bardzo zbliżoną do orbity Ziemi (rys. 1), podczas gdy orbita Cruithne rozciąga się niemal od orbity Merkurego aż poza orbitę Marsa (rys. 2) i jest znacznie nachylona względem płaszczyzny ekiptyki ($i = 19^{\circ}8$) (rys. 3).



Rys. 1. Wzajemne położenie orbit Ziemi i planetoidy 2002 AA₂₉ w roku 2002: a) w rzucie na płaszczyznę ekiptyki, b) z kierunku przesilenia letniego, c) z kierunku równonocy wiosennej – skala pionowego odcinka na rysunkach b) i c) wynosi 0,4 j.a.



Rys. 2. Orbita planetoidy 3753 Cruithne na tle orbit planet wewnętrznych. Część grubiona leży poniżej płaszczyzny ekiptyki. Linia łącząca punkty równonocy jest na rysunku pozioma



Rys. 3. Orbita planetoidy 3753 Cruithne na tle orbit planet wewnętrznych – widok z boku. Orientacja układu współrzędnych jak na rys. 2.

Co je zatem łączy i dlaczego Cruithne jest, wbrew tak wielkim różnicom, również związana z Ziemią? Otóż oba obiekty wykazują swe niezwykłe i bardzo podobne zachowanie, gdy rozpatrzymy ich ruch w układzie Ziemia – Słońce. W układzie tym (nieinercjalnym, ze względu na jego obrót z prędkością odpowiadającą prędkości obrotu Ziemi wokół Słońca) na ciała działają nie tylko siły grawitacyjne, ale także siła odśrodkowa i siła Coriolisa. Potencjał uogólniony dla takiego układu (rys. 4) nie jest prostym złożeniem potencjałów grawitacyjnych obu ciał masywnych, ale na jego kształcie wpływa też obecność obu wspomnianych pseudosił. Należy pamiętać, że jego kształt jest wynikiem zabiegu formalnego i nie ma charakteru czysto fizycznego. Można więc powiedzieć, że jest to pseudopotencjał. Posiada on trzy punkty siodłowe (L_1 , L_2 , L_3) i dwa maksima (L_4 i L_5). Są to tak zwane punkty Lagrange'a, będące miejscami równowagi sił w takim układzie. Na przykład w okolicach punktów L_4 i L_5 układ Jowisz – Słońce znajdują się planetoidy z grupy Trojańczyków. Warto jednak zauważyć, że żaden z punktów Lagrange'a nie jest punktem równowagi trwałej i *de facto* dopiero ruch wokół tych punktów (libracja) powoduje, że małe ciała, wskutek działania siły Coriolisa, utrzymują swe położenie w ich pobliżu. Stąd punkty Lagrange'a noszą też nazwę punktów libracyjnych. Przy dużych prędkościach względnych orbi-

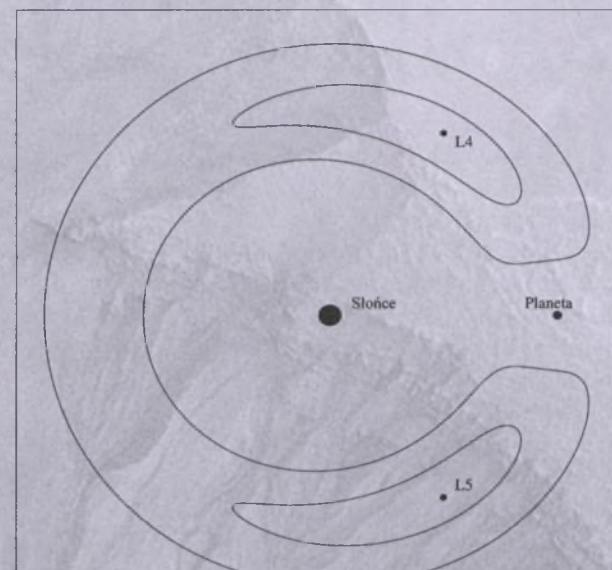
ty wokół punktów L_4 i L_5 powiększają się, tworząc kształty leżki, a nawet przybierają kształt podkowy, obejmujący oba punkty libracyjne (rys. 5). Właśnie nasze bohaterki poruszają się w pewnym sensie po takich orbitach podkowistych.

Użyłem wyrażenia „w pewnym sensie”, gdyż w obu przypadkach ruch w układzie Ziemia – Słońce jest złożeniem rocznego (obie planetoidy są w rezonansie orbitalnym 1:1 względem Ziemi) obiegu pętli. Jej

środek przemieszcza się po orbicie podkwiastej, dla której okres obiegu dla 3753 Cruithne wynosi około 770 lat, a dla 2002 AA₂₉ około 190 lat.

Pętla roczna Cruithne ma kształt nerkowaty (rys. 6) i jest silnie nachylona względem płaszczyzny ekleptyki, a przewaga jej orbity podkwiastej (rys. 7) nie pokrywa się z położeniem Ziemi. Przyczyną obu tych odchyleń jest właśnie duże nachylenie rzeczywistej orbity tej planetoidy i duży mimośród ($e = 0,51$). Ten ruch jest silnie zaburzany przez inne

planety wewnętrzne, tak że układ powoli ulega rozluźnieniu, a za 9000 lat może z dużym prawdopodobieństwem nastąpić zbliżenie Cruithne z Wenus, stąd dalsze symulacje ruchu planetoidy są niemożliwe. Autorzy odkrycia zwracają w swojej publikacji w „The Astronomical Journal” uwagę na fakt, że ewolucja orbity 3753 Cruithne (precesja jej węzłów) daje pewien wgląd w mechanizm przechwytywania pla-

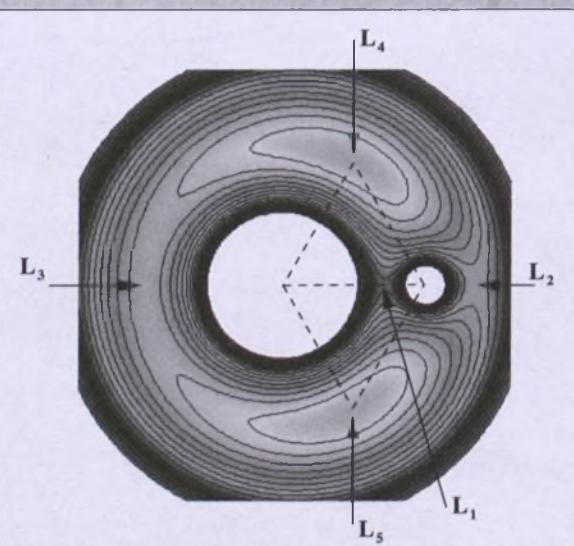


Rys. 5. Przykład orbit ciała poruszającego się w potencjałach przedstawionym na rys. 4. Widoczne dwie orbity w kształcie leżki (ang. tadpole – „kijanka”) i jedna w kształcie podkowy (ang. horseshoe)

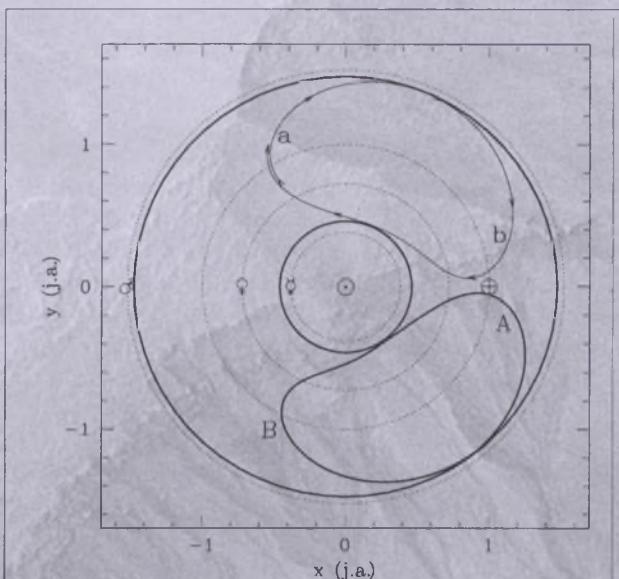
netoid na orbitę podkwiastą, a także w mechanizm jej opuszczania.

Pętla roczna planetoidy 2002 AA₂₉ jest o wiele mniejsza i prawie prostopadła do orbity Ziemi (rys. 8). Z punktu widzenia obserwatora ziemskiego jej ruch wygląda jak spirala nawinięta na bardzo wąską orbitę podkwiastą. Szerokość pętli (w kierunku radialnym do Słońca) jest dużo mniejsza niż jej wysokość. Wynika to z faktu, iż mimośród orbity rzeczywistej ($e = 0,0120$) jest prawie równy mimośrodowi orbity ziemskiej ($e = 0,0167$), natomiast nachylenie względem płaszczyzny ekleptyki jest znacznie większe ($i = 10^{\circ}7$). Właśnie niedawno (8 stycznia 2003 r.) planetoida osiągnęła największe zbliżenie do Ziemi i obecnie oddala się.

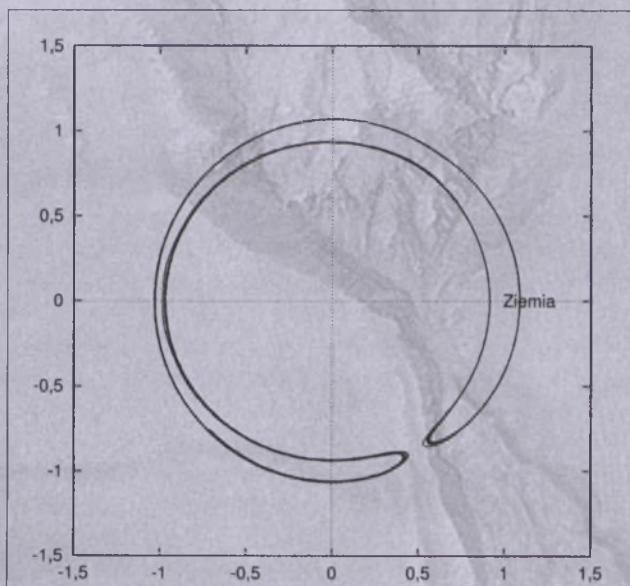
Oprócz spiralnego ruchu po orbicie podkwiastej (oczywiście w układzie Ziemia-Słońce) planetoida co jakiś czas staje się quasi-satelitą Ziemi. Ostatnio miało to miejsce w 572 r. n.e., a następny taki stan zdarzy się w roku 2575. W stanie quasi-satelitarnym planetoida jest przetrzymywana przez około 50 lat i w tym czasie regularna wędrówka planetoidy jest zaburzana. Jednak nawet wtedy wpływ oddziaływanego Słońca w tym układzie jest dominujący i w końcu planetoida uwalnia się z uścisku Ziemi.



Rys. 4. Potencjał uogólniony sił działających na ciało o znikomej masie w układzie dwóch ciał masywnych



Rys. 6. Pętla roczna planetoidy 3756 Cruithne w sztywnym układzie Ziemia – Słońce w roku 2000 (ciemna linia – strzałki wskazują kierunek obiegu). Grube linie wskazują zarysy orbity w pełnym cyklu 770 lat, a punkty A i B skrajne położenie punktów a i b



Rys. 7. Uśredniony (w okresie jednego roku) ruch planetoidy 3756 Cruithne w sztywnym układzie Ziemia-Słońce. Skala radialna odchylenia orbity podkowiastej od orbity Ziemi powiększona została trzydziestokrotnie

Niestety, oba opisywane obiekty są bardzo małe i nie mogą być dostrzeżone sprzętem amatorskim. Średnicę 3753 Cruithne szacuje się na około 3 km, a rozmiar 2002 AA₂₉ jest szacowany na zaledwie około 100 m. Warto o nich jednak pamiętać z tego względu, że stanowią żywy przykład realizacji w naturze teoretycznych rozważań nieroziwiąwalnego analitycznie problemu trzech ciał. Jedynie przypadki szczególnie, takie jak na przykład układ dwóch ciał masywnych i trzeciego o znacznej masie (gwiazda – planeta – planetoida), dają rozwiązania analityczne. Jak widać na przykładzie naszych dwóch planetoid, w rzeczywistości ruchy w takim układzie mogą być o wiele bardziej złożone, niż by to wynikało z rozważań teoretycznych. Powodem jest przede wszystkim fakt, iż rozważa się jedynie ruch dwuwymiarowy (w płaszczyźnie gwiazda – planeta – planetoida), a przecież problem jest trójwymiarowy.

Wielkość 2002 AA₂₉ i jej orbita dają nadzieję na znalezienie jeszcze wielu podobnych ciał, stwarzających z Ziemią, a przypadek 3753 Cruithne uczy nas, że nawet pozornie odległe planetoidy mogą mieć z Ziemią wiele wspólnego. Receptą na ich odnalezienie jest poszukanie rezonansu 1:1, a na-

stępnie zbadanie ewolucji orbity ciała w nim będącego.

Źródłem rysunków oraz zawartych tu informacji są oryginalne publikacje autorów obu odkryć:

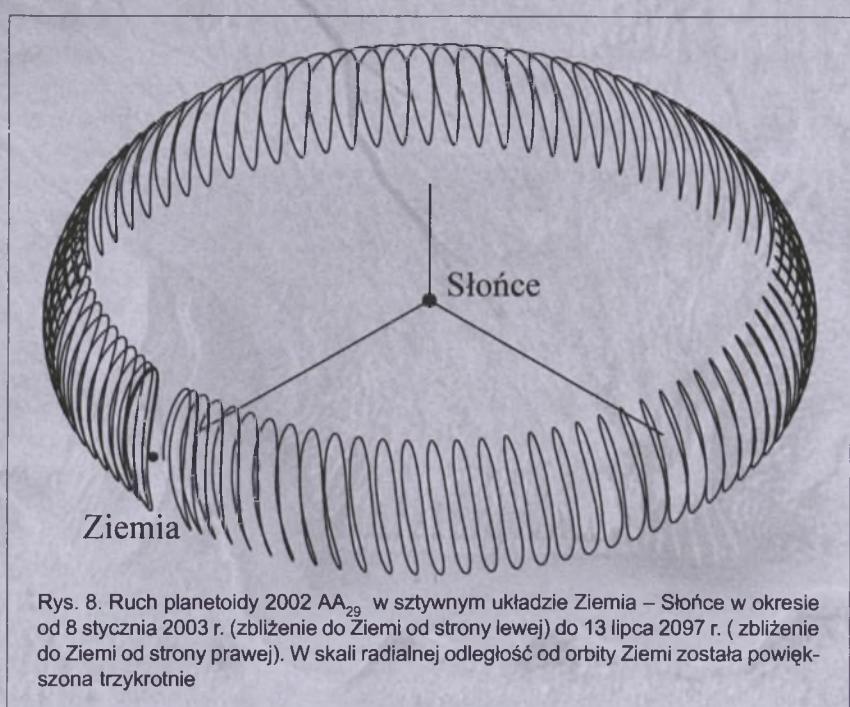
Paul A. Wiegert and Kimmo A. Innanen and Seppo Mikkola, *An asteroidal companion to the Earth*, „Nature” vol. 387, June 12 1997, pp. 685–686;

Paul A. Wiegert and Kimmo A. Innanen and Seppo Mikkola, *The orbital evolution of*

near-Earth asteroid 3753, „The Astronomical Journal” vol. 115, no. 6, June 1998, pp. 2604–2613;

Martin Connors, Paul Chodas, Seppo Mikkola, Paul Wiegert, Christian Veillet, Kimmo Innanen, *Discovery of an asteroid and quasi-satellite in an Earth-like horseshoe orbit*, „Meteoritics & Planetary Science”, vol. 37, no. 10, October 2002, p. 1435–1450.

Marek Kubala



Rys. 8. Ruch planetoidy 2002 AA₂₉ w sztywnym układzie Ziemia – Słońce w okresie od 8 stycznia 2003 r. (zbliżenie do Ziemi od strony lewej) do 13 lipca 2097 r. (zbliżenie do Ziemi od strony prawej). W skali radialnej odległość od orbity Ziemi została powiększona trzykrotnie

APARAT CYFROWY W ASTROFOTOGRAFI

IV. FOTOGRAFOWANIE PLANET

Użycie teleskopów o stosunkowo niewielkich średnicach (80-120 mm) i powiększeniach (100-200 \times) pozwala na obserwowanie tarcz planet widocznych gołym okiem. Jeśli jednak chcemy obserwować tarcze Urana i Neptuna, powinniśmy dysponować teleskopem o dużej średnicy (min. 200-250 mm) i powiększeniu wynoszącym około 300-500 \times . W przypadku Plutona zastosowanie nawet największych amatorskich teleskopów (średnica zwierciadła 350-500 mm) nie umożliwi nam obserwacji jego tarczy. Szczegółowe informacje na temat obserwacji planet, zarówno wizualnych jak i fotograficznych, można znaleźć w wydaniach *PORADNIKA OBSERWATORA* z roku 2000 (nr 1-6).

Obserwacje fotograficzne/CCD, wykonywane przy użyciu amatorskich teleskopów, pozwalają na zarejestrowanie tarcz planet o największych kątowych rozmiarach na niebie, czyli Merkurego, Wenus, Marsa, Jowisza i Saturna. Jednak aby uzyskać wyraźne obrazy tych planet, powinniśmy użyć bardzo długich ogniskowych, które na ogół są osiągane za pomocą projekcji okularowej. Jeśli założymy, że tarcza planety powinna mieć takie same rozmiary na kliszy/ matrycy CCD jak Księżyc w pełni fotografowany obiektywem standardowym ($f=50$ mm), czyli około 0,44 mm, to wartości wymaganych ogniskowych wyniosą od kilku do kilkunastu metrów (tabela 1).

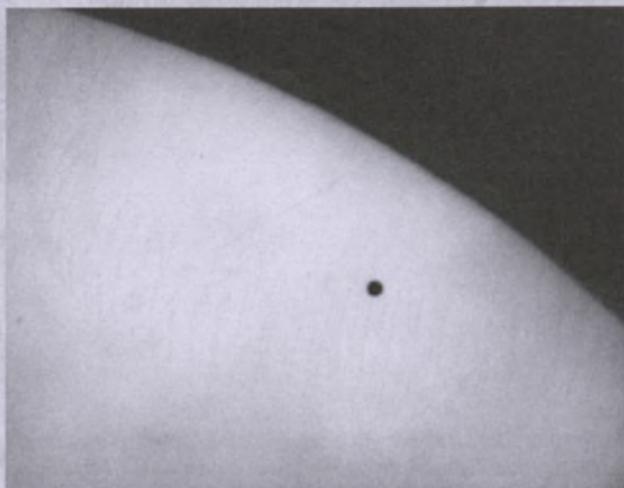
Należy jednak podkreślić, że średnica tarczy wynosząca 0,44 mm jest wartością bardzo małą i jeśli chcielibyśmy zaobserwować detale na powierzchni planet, to powinniśmy powiększyć rozmiary obrazów tarcz planet do 1-3 mm, a to oznacza, że podane w tabeli wartości ogniskowych należałyby zwiększyć od 2 do 7 razy. Jednak należy pamiętać, że widoczność szczegółów jest uzależniona nie tylko od ogniskowej, ale także od stanu ziemskiej atmosfery i dokładności prowadzenia teleskopu.

Każdy, kto próbował obserwować i fotografować planety, wie, że nawet najlepsze zdjęcie nie odda tylu szczegółów, ile można zaobserwować bezpośrednio przez okular. Wynika to z faktu, że atmosfera ziemska jest w ciągłym ruchu, co prowadzi do „rozmywania” obrazu (tzw. *seeing*). Zatem im dłuższych czasów ekspozycji będziemy używać, tym gorsze uzyskamy rezultaty. Z drugiej strony, jeśli używamy teleskopów o średnicach rzędu 100-150 mm i efektywnych ogniskowych około 10000 mm, to kilkusekundowe czasy ekspozycji są nieuniknione. Wynika z tego, że należy szukać kompromisu pomiędzy wielkością obrazu na kliszy/ CCD, a długością czasu ekspozycji. Oczywiście czas ekspozycji można znacznie skrócić, stosując filmy o wysokiej czułości (400-1600 ASA), jednak ceną, jaką się płaci, jest duże ziarno znacznie obniżające rozdzielcość obrazu i co się z tym wiąże, także widoczność detali na tarczach planet.

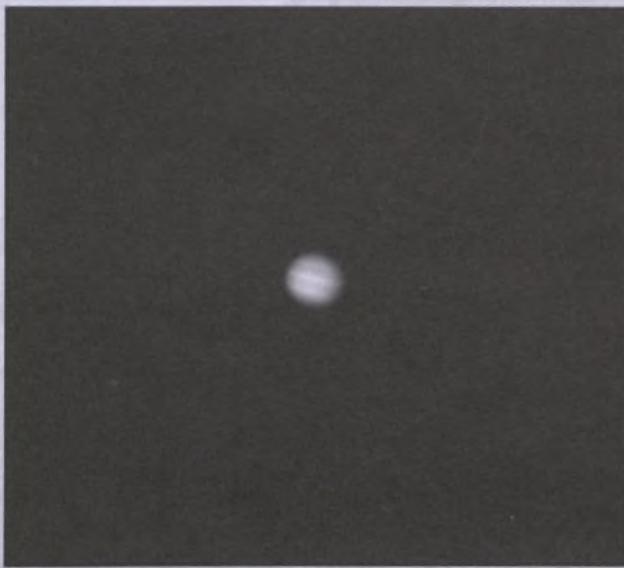
Innym czynnikiem, który istotnie wpływa na jakość zdjęć, jest dokładność prowadzenia teleskopu. Nawet najmniejszy błąd, kompletnie niezauważalny w przypadku użycia ogniskowych 135-300 mm, przy ogniskowych około 10000 mm może całkowicie zniweczyć nasze wysiłki. Należy dodać, że w celu zapewnienia dostatecznie dokładnego prowadzenia teleskopu powiększenie celownicy powinno być nie mniejsze niż około 200-300 \times . Jeśli jednak nie posiadamy dostatecznie dokładnego mechanizmu zegarowego lub mikroruchów, możemy także fotografować planety przy nieruchomym teleskopie. Takie rozwiązanie eliminuje możliwe błędy prowadzenia teleskopu, jednak ogranicza dostępne czasy ekspozycji. W przypadku planety znajdującej się na deklinacji równej zero stopni i ogniskowej wynoszącej 10000 mm najdłuższy czas ekspozycji, przy którym obraz planety nie jest jeszcze „poruszony”, wynosi około 1/20 sekundy. Jeśli powyższą ogniskową uzyskamy na teleskopie o średnicy 100 mm (np. MTO-1000), to okaże się, że wymagany, do prawidłowego naświetlenia, czas ekspozycji dla filmu o czułości 400 ASA w przypadku Jowisza wyniesie niespełna 1 sekundę. Użycie takiego czasu ekspozycji spowoduje, że na zdjęciu zobaczymy nie tarczę planety, a rozciągniętą plamkę. Zatem jeśli chcemy fotografować nieruchomo teleskopem, powinniśmy zmniejszyć efektywną ogniskową na tyle, aby uzyskać wyraźny obraz tarczy planety. Dla powyższego przykładu (MTO-1000, 400 ASA, $\delta = 0$) maksymalna war-

Tabela 1.

Planeta	Rozmiary kątowe	Ogniskowa (mm)
Merkury	4,8-13,3"	18920-6828
Wenus	10-64"	9082-1419
Mars	4-25"	22704-3633
Jowisz	31-48"	2929-1892
Saturn	15-21"	6054-4324



Przejście Merkurego na tle tarczy słonecznej $F = 2800$ mm, $D = 100$ mm (MTO-1000), $T_{\text{exp}} = 1/400$ s, czułość 100 ASA



Jowisz: F= 1500 mm, D=100 mm (MTO-1000), $T_{\text{exp}} = 1/8$ sek, czułość 400 ASA



Saturn: F= 1500 mm, D=100 mm (MTO-1000), $T_{\text{exp}} = 1/8$ sek, czułość 400 ASA

tość ogniskowej w przypadku Jowisza wyniesie 3780 mm, a dla Saturna 2620 mm. Jednak takie ogniskowe dadzą stosunkowo małe rozmiary tarcz obu planet: 0,57-0,88 mm i 0,19-0,27 mm odpowiednio. Ponadto jeśli uwzględnimy rozmiary ziarna filmu o czułości 400 ASA, okaże się, że fotografując na kliszy nieruchomym teleskopem, uzyskamy mało wyraźne zdjęcia tarcz obu planet. W takim przypadku obiecującym detektorem staje się matryca CCD, która daje zdecydowanie lepszą rozdzielczość niż klisza fotograficzna. Aby przetestować możliwości, jakie na tym polu prezentują kompaktowe aparaty cyfrowe, postanowiłem użyć popularnego obiektywu MTO-1000 wraz z aparatem Olympus Camedia C-4000 Zoom ($f_{\text{ob}} = 6,5-19,5$ mm). W celu osiągnięcia odpowiednich ogniskowych zastosowałem projekcję okularową ($f_{\text{ok}} = 25$ mm, $\phi_{\text{ok}} = 30$ mm) wraz z telekonwerterem (2×), który był mocowany pomiędzy obiektywem a okularem. Dzięki temu, że odległość pomiędzy telekonwerterem a okularem mogła być zmieniana, można było uzyskiwać różne powiększenia (efek-

tywne ogniskowe) bez wymiany okularu. Warto przypomnieć, że średnica okularu powinna być porównywalna lub większa od średnicy obiektywu aparatu, który musi być tak zamocowany, aby odległość pomiędzy przednią soczewką obiektywu aparatu a tylną soczewką okularu nie przekraczała 2-5 mm. Zanim wykonamy zdjęcie, pamiętajmy, aby w aparacie wyłączyć *autofocus* i lampa błyskową, ogniskową ustawić w pozycji maksymalnej, a ostrość na ∞. Zmiana czułości matrycy, w przeciwieństwie do kliszy fotograficznej, nie pociąga za sobą spadku rozdzielczości, a zatem możemy wybrać największą dostępną czułość. Tak przygotowany sprzęt mocujemy na stabilnym statywie fotograficznym lub montażu teleskopu i ustawiamy go w kierunku wybranej planety. Prezentowane zdjęcia Jowisza, Saturna i Merkurego (podczas przejścia na tle tarczy Słońca) stanowią potwierdzenie tezy, że interesujące zdjęcia planet mogą być wykonywane przy pomocy teleskopów o niewielkich średnicach.

Wiesław Skórzyński

Na rozkładówce:

W ciągu kilkunastu ostatnich lat niejednokrotnie słyszeliśmy o kolejnych dokonaniach sondy Galileo. Nikt chyba nie przypuszczał, że po wielce udanej realizacji pierwotnego programu — „zaledwie” dwuletniego — uda się go jeszcze dwukrotnie przedłużyć, zbierając przeogromne ilości danych, niejednokrotnie pionierskich.

Już w trakcie długiej wędrówki ku Jowiszowi udało się wykonać wiele ekscytujących obserwacji. Po minięciu Wenus i dwukrotnym przelocie obok Ziemi — dla nabrania niezbędnego rozprędu — sonda wykonała na przykład pierwsze zdjęcia księżyca planetoidy Gaspra — Daktyla. Udało się też zaobserwować efekty zderzenia komety Shoemaker-Levy 9 z Jowiszem. Na pół roku przed przybyciem do celu sonda rozdzieliła się na próbniak, który na początku grudnia 1995 r. wszedł w atmosferę Jowisza, oraz orbiter. Po wyhamowaniu dzięki przelotowi obok Io rozpoczął się właściwy program Galileo. Sonda jeszcze wielokrotnie przelepywała obok wszystkich księżyców galileuszowych. Natomiast głównym celem pierwszego przedłużenia programu była Europa, później także Io. I to też nie był koniec, gdyż do dnia dzisiejszego trwa kolejna „kadencja”. Niestety, już ostatnia, gdyż 21 września 2003 r. sonda nieodwoalnie zakończy swój żywot. Zaplanowano go spektakularnie, stosownie do przebogatych osiągnięć: Galileo efektownie zderzy się z Jowiszem, a ten straci tym samym swojego pierwszego sztucznego satelitę.

Fot. DLR (niemiecki Instytut Badań Kosmicznych), JPL, NASA



Wysokie i niskie pełnie Księżyca

Orbita Księżyca jest nachylona do płaszczyzny ekiptyki pod kątem $5^{\circ},1$ i dlatego Księżyc podczas miesięcznego obiegu zmienia swoją szerokość ekiptyczną w granicach $\pm 5^{\circ},1$. Płaszczyzna tej orbity przecina płaszczyznę ekiptyki wzdłuż linii węzłów. Odziaływanie grawitacyjne Słońca powoduje, że orbita Księżyca, zachowując stałe nachylenie do ekiptyki, obraca się w kierunku przeciwnym ruchowi Księżyca. Okresem tego ruchu jest 18,6 lat. W tym czasie prostopadła do płaszczyzny orbity zakreśla pobocznice stożka około prostopadłej do płaszczyzny ekiptyki.

Obrót orbity Księżyca powoduje przesuwanie się węzłów i punktów największych odchyleń od ekiptyki, znajdujących się na środku półkoli między węzłami. W wyniku tego powstają w okresie 18,6 lat zmiany widoczności Księżyca, które przedstawimy na przykładzie zmian wysokości letnich i zimowych pełni podczas kulminacji górnych. Dla uzyskania danych liczbowych przyjmujemy, że opisywane zjawiska obserwujemy w Warszawie, a więc w punkcie o szerokości geograficznej $\phi = 52^{\circ},2$, w którym równik niebieski po stronie południowej wzna się pod kątem $90 - \phi = 37^{\circ},8$ nad horyzontem.

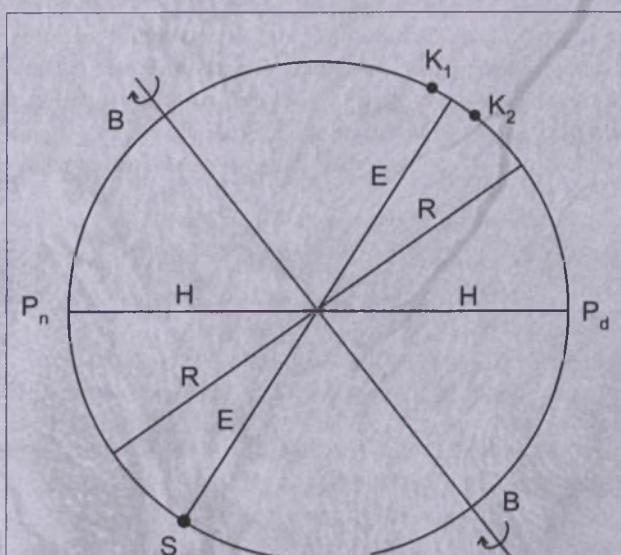
Rozważmy następującą „teoretyczną” sytuację (rys. 1).

Dnia 22 grudnia Słońce jest na stanowisku zimowym, ma deklinację $-23^{\circ},4$ i znajduje się w kulminacji dolnej pod horyzontem. Jest północ, punkty równonocy są w punktach wschodnim i zachodnim horyzontu, a nad punktem południowym, w kulminacji górnej, znajduje się punkt ekiptyki o deklinacji $+23^{\circ},4$ na wysokości $37^{\circ},8 - 23^{\circ},4 = 14^{\circ},4$. Jeżeli w tym czasie węzeł wstępujący orbity Księżyca znajduje się w punkcie równonocy wiosennej, a sam Księżyc w pełni jest w kulminacji górnej, to jego współrzędne są następujące: $b = -5^{\circ},1$, $\delta = +23^{\circ},4 - 5^{\circ},1 = 18^{\circ},3$, $h = 61^{\circ},2 - 5^{\circ},1 = 56^{\circ},1$. Tę sytuację nazwiemy pełnią zimową wysoką. Tablica 1, rys. 1. Z powyższych danych wynika, że w ciągu 9 lat wysokości grudniowych pełni Księżyca w kulminacjach zmalały o 10° . Odpowiednio zmienił się też czas przebywania Księżyca nad horyzontem.

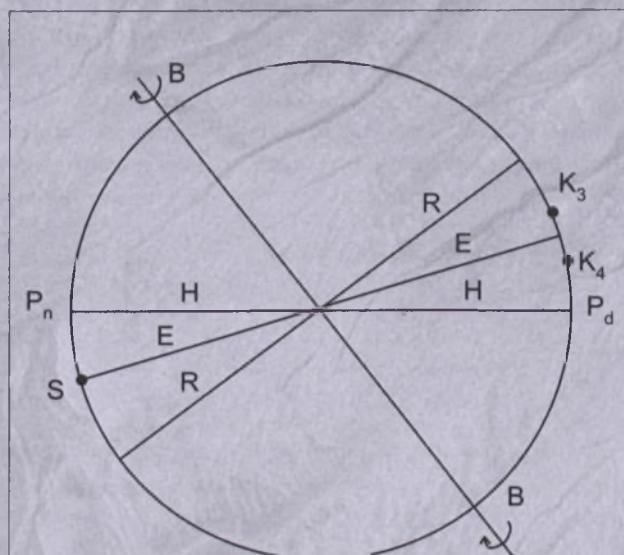
jest również w kulminacji górnej i znajduje się w jednym ze swoich skrajnych odchyleń od ekiptyki, a więc jest oddalony od węzłów orbity o 90° . Dlatego węzły wraz z punktami równonocy znajdują się w punktach wschodnim i zachodnim horyzontu. Jeżeli węzeł wstępujący jest w punkcie równonocy wiosennej, to szerokość ekiptyczna Księżyca $b = +5^{\circ},1$, deklinacja $\delta = 23^{\circ},4 + 5^{\circ},1 = 28^{\circ},5$, a wysokość $h = 61^{\circ},2 + 5^{\circ},1 = 66^{\circ},3$. Zauważmy jeszcze, że Księżyca jest po przeciwniej stronie niż Słońce, a więc w fazie pełni. Dlatego tę sytuację nazwiemy pełnią zimową wysoką (tab. 1, rys. 1).

Po 9 latach przesuwające się węzły zamieniają się miejscami. Jeżeli węzeł zstępujący znajduje się w punkcie równonocy wiosennej, to przy zachowaniu wszystkich innych poprzednio ustalonych warunków, współrzędne Księżyca wynoszą: $b = -5^{\circ},1$, $\delta = 23^{\circ},4 - 5^{\circ},1 = 18^{\circ},3$, $h = 61^{\circ},2 - 5^{\circ},1 = 56^{\circ},1$. Tę sytuację nazwiemy pełnią zimową niską. Tablica 1, rys. 1. Z powyższych danych wynika, że w ciągu 9 lat wysokości grudniowych pełni Księżyca w kulminacjach zmalały o 10° . Odpowiednio zmienił się też czas przebywania Księżyca nad horyzontem.

Podobnie rozważmy również „teoretyczną” sytuację, gdy 22 czerwca Słońce o deklinacji $+23^{\circ},4$ jest pod horyzontem w kulminacji dolnej (rys. 2). Po stronie południowej, w południku, znajduje się punkt ekiptyki o deklinacji $-23^{\circ},4$ na wysokości $37^{\circ},8 - 23^{\circ},4 = 14^{\circ},4$. Jeżeli w tym czasie węzeł wstępujący orbity Księżyca znajduje się w punkcie równonocy wiosennej, a sam Księżyc w pełni jest w kulminacji górnej, to jego współrzędne są następujące: $b = -5^{\circ},1$, $\delta = -23^{\circ},4 - 5^{\circ},1 = -28^{\circ},5$, $h = 14^{\circ},4 - 5^{\circ},1$.



Rys. 1. „Teoretyczne” zimowe pełnie Księżyca w Warszawie, 22 grudnia o północy. B - bieguni niebieskie, H - horyzont, R - równik niebieski, E - ekiptyka, Pn, Pd - punkty północny i południowy, S - Słońce, K₁ — pełnia zimowa wysoka, K₂ — pełnia zimowa niska



Rys. 2. „Teoretyczne” letnie pełnie Księżyca w Warszawie, 22 czerwca o północy. B - bieguni niebieskie, H - horyzont, R - równik niebieski, E - ekiptyka, Pn, Pd - punkty północny i południowy, S - Słońce, K₃ — pełnia letnia wysoka, K₄ — pełnia letnia niska

= $9^{\circ}3$. Tę pozycję Księżyca nazwujemy pełnią letnią niską (tab. 1).

Po 9 latach następuje zamiana miejsc węzłów i w tej samej konfiguracji Słońca i Księżyca, współrzędne jego wynoszą:

$$b = +5^{\circ}1, \delta = -23^{\circ}4 + 5^{\circ}1 = -18^{\circ}3, h = 14^{\circ}4 + 5^{\circ}1 = 19^{\circ}5.$$

To jest pełnia letnia wysoka, różniąca się od niskiej o 10° (tab. 1, rys. 2).

Pełnie letnia niska i zimowa wysoka pojawiają się w odstępie 6 miesięcy. W tym czasie Słońce przesuwa się

z jednego stanowiska na drugie, a pełnie pojawiają się po przeciwnych stronach orbity, która osiąga największe nachylenie do równika niebieskiego: $23^{\circ}4 + 5^{\circ}1 = 28^{\circ}5$. Następnie, w ciągu 9 lat nachylenie to zmniejsza się do $23^{\circ}4 - 5^{\circ}1 = 18^{\circ}3$ i wtedy pojawiają się pełnie letnia wysoka i zimowa niska, również w odstępie 6 miesięcy.

Teraz możemy wyjaśnić „teoretyczność” naszych przykładów. Punkty orbity Księżyca, najbardziej odległe od ekiptyki, znajdują się na środkach półokręgów ograniczonych węzłami. Jeżeli Księżyca jest w takim punkcie i znajduje się w południku, to węzły odległe od niego o 90° są w punktach wschodnim i zachodnim na horyzoncie. Poprzednio ustaliliśmy, że w tych punktach są punkty równonocy. Założyliśmy więc zgrupowanie węzłów i punktów równonocy w punktach wschodnim i zachodnim horyzontu. Z tego wynika, że cztery płaszczyzny: horyzontu, równika niebieskiego, ekiptyki i orbity Księżyca przecinają się wzdłuż jednej prostej. Prócz tego przyjmujemy, że w ustalonym czasie Słońce i Księżyca są równocześnie w południku: Słońce na stanowisku letnim lub zimowym w kulminacji dolnej, Księżyca w kulminacji górnej. Oczywiście, teoretycznie, takie sytuacje są możliwe, ale w rzeczywistości występują przypadki tylko mniej lub bardziej zbliżone do założonych. Jednak dzięki tym założeniom mogliśmy uzyskać wyniki liczbowe przy pomocy kilku prostych działań. Uzyskane wysokości są granicami górnymi dla pełni wysokich i dolnymi dla pełni niskich.

Teraz porównamy pełnie rzeczywiste z „teoretycznymi”. Należy tylko odszukać te z nich, które najlepiej spełniają przyjęte założenia. Dokonamy tego następująco:

Wstępujący węzeł orbity Księżyca znalazł się w punkcie równonocy wiosennej w końcu listopada 1987 r. Naj-

Tabela 1. „Teoretyczne” pełnie Księżyca w Warszawie. Współrzędne Księżyca: b — szerokość ekiptyczna, δ — deklinacja, h — wysokość w kulminacji górnej, ΔT — okres widoczności od wschodu do zachodu.

Pełnia	b	δ	h	ΔT
letnia niska	-5°,1	-28°,5	9°,3	6 ^h ,2
zimowa wysoka	+5, 1	+28,5	66,3	18,2
letnia wysoka	+5, 1	-18,3	19,5	8,6
zimowa niska	-5, 1	+18,3	56,1	15,4

bliższe stanowiska Słońca były:

letnie 22 czerwca 1987 r., zimowe 22 grudnia 1987 r.

Najbliższe pełnie wystąpiły:

letnia niska 11 czerwca 1987 r., zimowa wysoka 4 stycznia 1988 r.

Współrzędne Księżyca w czasie tych pełni podane są w tab. 2.

Podobnie ustalimy dane dla drugiego przypadku:

Węzeł zstępujący był w punkcie równonocy wiosennej w końcu stycznia 1997 r. Najbliższe stanowiska Słońca: letnie 22 czerwca 1997 r., zimowe 22 grudnia 1996 r.

Najbliższe pełnie:

letnia wysoka 20 czerwca 1997 r., zimowa niska 24 grudnia 1996 r (tab. 2).

Jeżeli w tym zagadnieniu nie zależy nam na dokładności wyników, lecz zadowolimy się pobieżną oceną wysokości Księżyca i wrażeniem, jakie wywołuje u obserwatorów, to porównanie danych tabeli 1 i 2 wykazuje dobrą zgodność, mimo że rzeczywiste pełnie nie spełniały ściśle założień teoretycznych.

Dopuszczając odchylenia od teorii do ok. 1° stwierdzamy, że prócz podanych wyżej lat jeszcze w dwóch poprzedzających i w dwóch następnych pojawiają się pełnie, które można uznać za wysokie lub niskie. Powstają więc pięcioletnie serie wyróżnionych pełni. W każdym z tych lat, obok pełni najbliższych stanowisk Słońca, jeszcze drugie z kolei zasługują, na wyróżnienie. Daty tych dwóch pełni różnią się od dat stanowisk Słońca o mniej niż 30 dni, czyli mieszczą się w przedziałach 23 maja — 22 lipca oraz 22 listopada — 21 stycznia następnego roku. W rezultacie mamy więc pięcioletnie serie wyróżnionych pełni i w każdym roku serii pojawiają się dwie pełnie letnie i dwie zi-

Tabela 2. Rzeczywiste pełnie Księżyca, najbliższe „teoretycznym” Tabeli 1. Współrzędne Księżyca:

b — szerokość ekiptyczna, δ — deklinacja, h — wysokość w kulminacji górnej, granice serii — czasowe granice serii, których środkami są podane daty pełni.

Pełnia	Data	b	δ	h	Granice serii
letnia niska	11.06.1987	-4°,5	-28°,0	9°,8	23.05.1985 — 22.07.1989
zimowa wysoka	04.01.1988	+4,9	+27,7	66,2	22.11.1985 — 21.01.1990
letnia wysoka	20.06.1997	+5,0	-18,4	19,3	23.05.1995 — 22.07.1999
zimowa niska	24.12.1996	-4,9	+18,5	56,3	22.11.1994 — 21.01.1999

mowe różnych typów. Tabela 2 podaje granice czasowe występowania serii, uwzględniające powyższe ustalenia. Na podstawie powyższych rozważań możemy opisać zbliżającą się serię pełni. Będzie ona podobna do serii z lat 1985-1989. Widoczna będzie w następujących terminach:

pełnie letnie, niskie 23.05.2004—22.07.2008

pełnie zimowe, wysokie 22.11.2004—21.01.2009

W tych latach między 23 maja a 22 lipca, w odstępie miesiąca synodycznego, ok. 30 dni, pojawiać się będą dwie niskie pełnie widoczne tylko 6 godz. nad południowym horyzontem i osiągające w południku wysokości zaledwie ok. 9°. Natomiast pełnie zimowe, między 22 listopada a 21 stycznia będą wspaniałe. Łuki nocne Księżyca będą wyższe i dłuższe od czerwcowych łuków dziennych Słońca. Pojawią się długie noce rozjaśnione pełną tarczą Księżyca o jasności — 12,7^m, osiągającą wysokość do 66° w południku.

Jeżeli Czytelnik powyższego tekstu zainteresuje się pełniami Księżyca i zacznie zwracać na nie uwagę, to na pewno spotka się ze znanim złudzeniem: niskie tarcze Księżyca, blisko horyzontu, wydają się znacznie większe niż widoczne wysoko na niebie. To złudzenie jest bardzo wyraźne, chociaż podobno nie wszyscy w jednakowym stopniu mu ulegają. Główną rolę odgrywają w nim dwa czynniki:

1. Kolorystyka. Ogólnie znane jest, że jednakowej wielkości groszki czy plamki na damskich sukienkach wydają się większe lub mniejsze zależnie od tego, czy są one jasne na ciemnym tle czy odwrotnie. A to właśnie występuje przy

obserwacjach pełni Księżyca. Zwykle widzimy je jako duże pomarańczowe tarcze nisko na tle jasnego nieba, blisko obiektów ziemskich, albo jako małe, żółtawe tarczki wysoko na ciemnym tle nieba. Może te zmiany barw wywołują złudzenie?

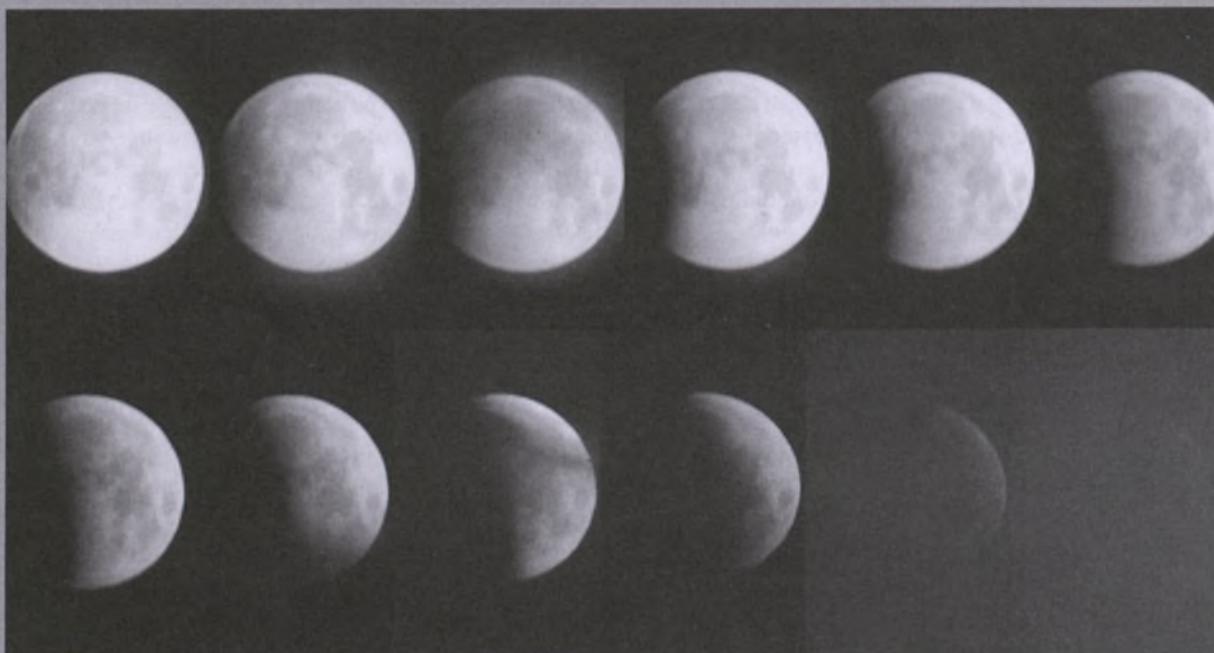
2. Kierunki patrzenia. Oceny rozmiarów oglądanych przedmiotów zależą od kierunku patrzenia. Słup leżący poziomo wydaje się dłuższy niż ustawiony pionowo. W przypadku niskiej i wysokiej pełni możemy przy pomocy małego lusterka sprawdzić, czy ów czynnik odgrywa rolę w tym złudzeniu. Jeżeli widzimy „dużą” tarczę Księżyca nisko nad horyzontem, należy stanąć tyłem do niej, unieść rękę z lusterkiem do góry i tak je nachylić, by patrząc do góry, zobaczyć w nim odbicie samego Księżyca, bez sąsiednich obiektów ziemskich. Może zrobi się mniejszy? W podobny sposób można pełnię wysoką sprowadzić do horyzontu i patrzeć na jej odbicie w lusterku poziomo, przy normalnym ułożeniu głowy. Można też umieścić odpowiedni krążek, tak by był widoczny koło niskiego Księżyca i wyznaczyć odległość, z której średnica krążka wydaje się równa poziomej średnicy Księżyca. Z tej odległości i rozmiarów krążka należy wyznaczyć jego średnicę kątową i porównać ze średnicą tarczy Księżyca wynoszącą 31°.

Antoni Opolski

Literatura

Weigert A., Zimmermann H. Brockhaus, *ABC der Astronomie*, Brockhaus Verlag, Leipzig, 1961.

Majowe zaćmienie Księżyca



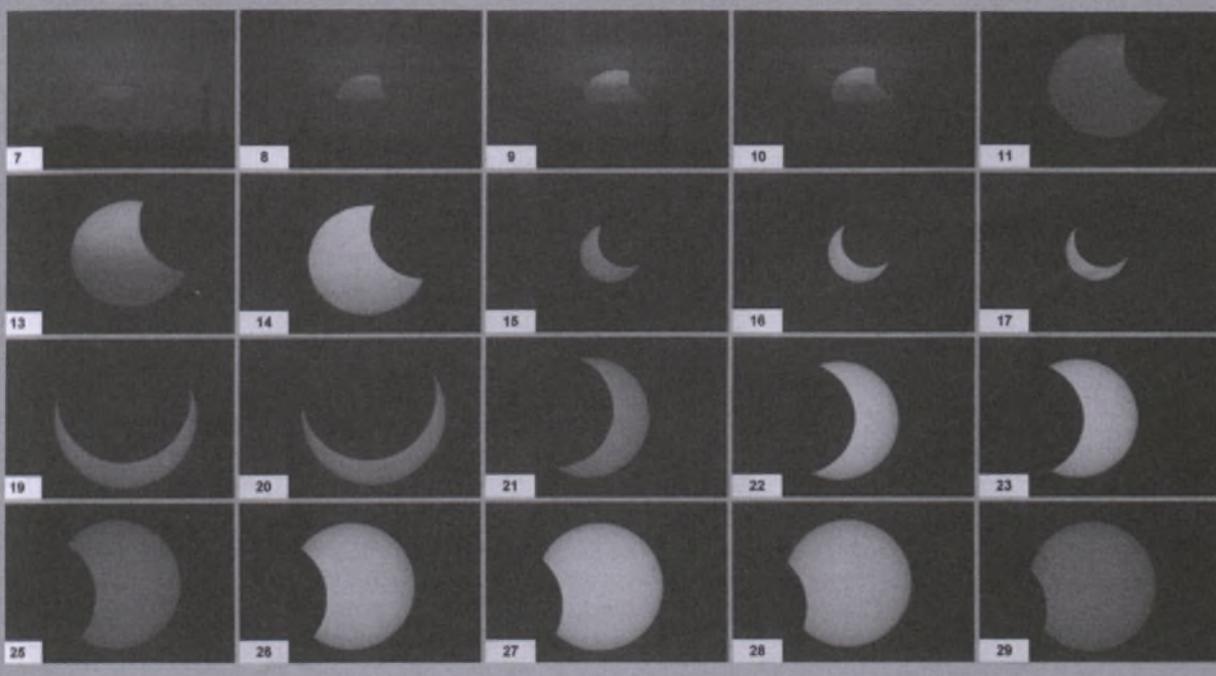
Przed wschodem Słońca 16 maja 2003 r. mieliśmy okazję oglądać pierwsze fazy zaćmienia Księżyca. Niestety, z terenu Polski, faza całkowitego zaćmienia nie była już widoczna. Powyższą sekwencję zdjęć zarejestrował Bartosz Łaszczyński z Leszna. Wszystkie zdjęcia były eksponowane z czasem 1/20 s w ognisku głównym teleskopu Soligor MT 800/8" na filmie Konica Centuria 200 w odstępach co 4 min każde

Zaćmienie Słońca o poranku

Zdaniem Jacka Patki z Żagania, warunki fotografowania zaćmienia wcale nie były łatwe. Powodem było choćby to, że zaćmienie miało miejsce razem ze wschodem Słońca, gdy warunki oświetleniowe zmieniały się z sekundy na sekundę. Do tego można jeszcze dodać niewielkie zachmurzenie, ale, jak pisze autor poniższych zdjęć, wrażenia i tak były niezapomniane (w szczytce nawet skowronki ucichły). Zdjęcia były wykonywane w okolicach Przelewic w woj. zachodniopomorskim za pomocą różnych obiektywów ($f = 200 \text{ mm}, 850 \text{ mm}$) wraz z telekonwerterem $\times 2$ i filtrem Mylar, na filmie Agfa 200 ASA. Czasy ekspozycji w przedziale od 8 s do 1/250 s



Autorem kolejnej sekwencji zdjęć zaćmienia Słońca z 31 maja br. jest Marcin Filipiak. Zdjęcia były wykonywane przy użyciu teleskopu MTO-1000 (z konwerterem lub bez), aparatem Praktica MTL-50, na filmie Agfa 200 ASA, początkowo bez filtra, a następnie z filtrem chromowym (pomarańczowym) oraz przez folię mylarową. Miejsce obserwacji to Grodzisko (512 m n.p.m. — najwyższe wzniesienie na Jurze Krakowsko-Częstochowskiej)



Kometarna zima 2003

Już nieraz obserwatorzy komet dowiadywali się (najczęściej z Internetu) o kometach „muskujących” Słońce (ang. sungrazing comets), jednak najczęściej były to obiekty o małej jasności własnej, jaśniejące jedynie tuż przy Słońcu i możliwe do zobaczenia jedynie na dostępnych w Internecie zdjęciach wykonanych przez obserwującego nieustannie Słońce satelitę SOHO. Na początku 2003 r. przyroda umożliwiła nam zobaczenie aż dwu takich komet na własne oczy, ponadto „na okrasę” można było obserwować jeszcze jedną „zwyczajną”, dość jasną kometę. Ale po kolej...

Pierwszą według kolejności odkrycia była kometa oznaczona C/2002 V1 (NEAT). Jak sama nazwa wskazuje, jest to kolejna kometa odkryta w ramach automatycznego systemu wykrywania planetoid zbliżających się do Ziemi (ang. Near Earth Asteroid Tracking), tym razem przy pomocy 1,2 m teleskopu Schmidta na Haleakala (Hawaje) 6 listopada 2002 r. W chwili odkrycia kometa miała jasność ok. 17^m, głowę o średnicy 15" i warkocz o długości 10".

Już pierwsza orbita policzona przez Briana Marsdena wykazała, że w lutym 2003 r. kometa zbliży się do Słońca na bardzo małą odległość. Po uwzględnieniu większej liczby obserwacji stwierdzono, że kometa 2002 V1 krąży po orbicie eliptycznej z okresem 31 tys. lat, a 18 lutego 2003 zbliży się do Słońca na odległość jedynie 0,0993 j.a., znajdująca się od niego na niebie w elongacji jedynie 6°.

W związku z dużym zbliżeniem do Słońca oczekiwano znaczącego wzrostu jasności. W kolejnych dniach jasność komety powoli rosła i w momencie największego zbliżenia do Ziemi (24 grudnia 2002) na odległość 0,80 j.a. wynosiła ok. 9^m.

Wykorzystując obserwacje otrzymane przez obserwatorów niemieckiej sekcji kometarnej, Andreas Kammerer przeanalizował charakter zmian jasności komety i stwierdził, że szybki wzrost jasności jest typowy dla małego jądra. Jeżeli trend wzrostu jasności utrzymałby się, kometa mogłaby w peryhelium osiągnąć jasność aż -15^m, stając się obiektem łatwym do obserwacji w ciągu dnia! Jednak Kammerer przewidywał, że po okresie

szybkiego wzrostu jasności ulegnie on zahamowaniu, a następnie rozpocznie się spadek związany z rozpadem jądra. Także znany obserwator komet, John Bortle stwierdził, że kometa o tak małej jasności własnej (czyli małym jądrze), „nie przeżyje” peryhelium w odległości 0,1 j.a. (nie spełnia tzw. „kryterium Bortle'a” uzależniającego dalsze losy komety od jej jasności absolutnej i odległości peryhelium).

W styczniu pojawiły się pierwsze obserwacje warkocza komety. Jednocześnie następował dalszy, szybki wzrost jasności, chociaż (jak potem stwierdzono) ok. 9 stycznia uległ spowolnieniu. Stwierdzenie, że kometa 2002 V1 krąży wokół Słońca w okresie 31 tys. lat, oznaczało, iż już niejednokrotnie przechodziła ona peryhelium, co pozwalało mieć nadzieję, że i tym razem „przeżyje”.

Kolejne spowolnienie wzrostu jasności nastąpiło ok. 3 lutego, gdy kometa miała jasność ok. 5^m. Jednocześnie następował szybki wzrost stopnia kondensacji — kometa stawała się „gwiazdopodobna”, jednocześnie warkocz był widoczny coraz wyraźniej. Obserwacje stawały się trudniejsze, gdyż kometa, zbliżając się do Słońca, ginęła w blasku wieczornej zorzy. Ostatnie obserwacje naziemne zostały wykonane wczesnym wieczorem 14 lutego, gdy jasność komety wynosiła ok. 2^m. Jej ostatnie wykonane w Polsce obserwacje (13 lutego) były dosyć trudne. Kometa była widoczna na wysokości jedynie 2° nad wieczornym horyzontem na jeszcze jasnym niebie, jednak obdarzona wtedy pięknym warkoczem przypominała nieco zeszłoroczną kometę 153P/Ikeya-Zhang.

Warto zauważyć, że odległość komety C/2002 V1 od Słońca wynosiła wówczas zaledwie 0,24 j.a. (prawie połowa odległości Merkurego od Słońca) przy elongacji na niebie jedynie 14° , co niewątpliwie dla wielu obserwatorów pozostanie wielkością rekordową.

16 lutego kometa C/2002 V1 weszła w pole widzenia satelity SOHO i była w nim widoczna do 20 lutego. Była to chyba najjaśniejsza kometa zarejestrowana kiedykolwiek przez SOHO. W tym okresie podejmowano próby dostrzeżenia komety z Ziemi w ciągu dnia, jednak nie zostały one uwieńczone powodzeniem. Szacuje się, że w maksymum jasność komety wynosiła ok. -2^m .

Ponownie w teleskopach ziemskich obserwatorów kometa stała się widoczna 25 lutego i od tej pory obserwowana jest na półkuli południowej, słabnąc systematycznie. Jak widać, wbrew pesymistycznym prognozom, przetrwała peryhelium!

Ostatecznie wyznaczone elementy orbity komety są następujące:

$$\begin{aligned} T_0 &= 2003 \text{ luty } 18,2962 \text{ TT} \\ q &= 0,099258 \text{ j.a.} \\ e &= 0,999899 \\ \omega &= 81,7068^\circ \\ \Omega &= 152,1701^\circ \\ i &= 64,0884^\circ \end{aligned}$$

(elementy kątowe podane dla epoki 2000).

Jak widać z powyższych elementów, kometa krąży po wydłużonej orbicie eliptycznej z okresem prawie 31 tys. lat, oddalając się od Słońca na odległość prawie 2000 j.a. Oznacza to,

że nadleciał do nas gość z wewnętrznych obszarów Obłoku Oorta.

W Sekcji Obserwatorów Komet PTMA otrzymaliśmy obserwacje od 25 obserwatorów, którzy wykonali łącznie 130 ocen jasności, 129 pomiarów średnicy otoczki, 128 ocen stopnia kondensacji oraz 41 obserwacji warkocza.

Poniżej przedstawiono krzywą jasności komety, otrzymaną na podstawie 130 nadesłanych ocen jasności sprowadzonych do standardowej średnicy teleskopu 6,84 cm. Widać przede wszystkim, że jasność komety podawana przez obserwatorów SOK praktycznie pokrywa się z jasnością przewidywaną (linia przerywana). Jednocześnie różnice jasności komety widzianej oczywiają różnych obserwatorów nie przekraczają 1^m , co jest wynikiem dobrym (średnie odchylenie standardowe oceny jasności można ocenić na $0,4^m$).

Przede wszystkim można zauważyć, że kometa C/2002 V1 raczej nie stosowała się do znanej nam z wcześniej opisywanych komet wykładniczej zależności jasności od odległości od Słońca. Jest to efekt znany dla komet zbliżających się w peryhelium bardzo blisko do Słońca — prawdopodobnie przy wielokrotnych zbliżeniach jądro takiej komety ulega pod wpływem wysokiej temperatury pewnego rodzaju „spieczeniu”, co zmienia jego „czułość” na ciepło płynące ze Słońca. W każdym razie maksymalną obserwowaną jasność równą $+2^m$ kometa osiągnęła w połowie lutego. Nie oznacza to jednak, że była to jej rzeczywiście maksymalna jasność — po prostu kometa w następnych dniach była już za blisko Słońca i niknęła w jego blasku (znajdowała się

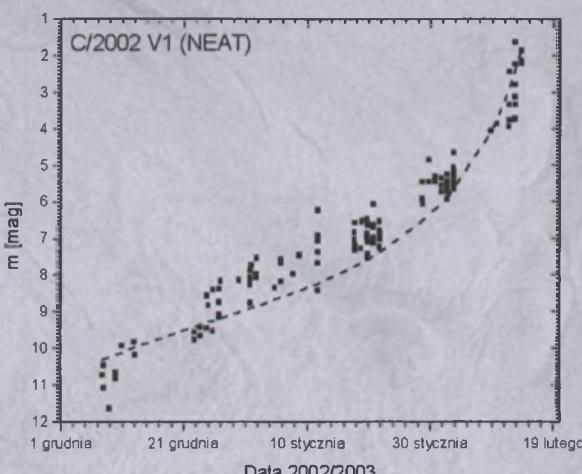
w polu widzenia satelity SOHO, jednak saturacja obrazów tak jasnej komety praktycznie uniemożliwia ocenę jej jasności w tym okresie).

Po uwzględnieniu zmiennej odległości komety od Ziemi stwierdzono, że tym razem tzw. jasność heliocentryczna (jasność komety wyliczona w stałej odległości 1 j.a. od niej) nie spełnia standardowej liniowej zależności od logarytmu odległości od Słońca. Jest to efekt znany dla komet silnie zbliżających się do Słońca i może dowodzić, że omawiana kometa robiła to już wielokrotnie i jej jądro uległo pewnym przemianom. Do ok. 8 stycznia 2003 (kometa znajdowała się wtedy 1,2 j.a. od Słońca) jasność komety można opisać parametrami:

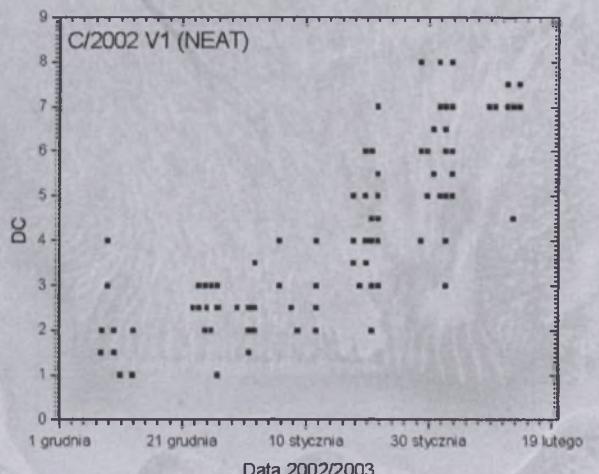
$$\begin{aligned} H_0 &= 7,2^m \pm 0,1^m \\ n &= 3,1 \pm 0,1 \end{aligned}$$

Jeżeli uwzględnimy pierwotną wartość jasności absolutnej H_0 równą jedynie $11,5^m$ (przed uaktywnieniem się komety), to możemy oszacować górną granicę średnicy jądra na jedynie 1 km. Typowa dla komety długookresowej jest jej aktywność opisywana parametrem n (właściwie określa on czułość komety na ciepło płynące ze Słońca). Zwiększenie jasności absolutnej (z $11,5^m$ do $7,2^m$) dowodzi, że jeszcze przed rozpoczęciem obserwacji przez naszych obserwatorów (w listopadzie 2002) bardzo małe jądro otoczyło się jasną otoczką („kokonem”), zwiększającą jego jasność.

W połowie stycznia rozpoczyna się nowy okres w „życiu” komety — przy zbliżaniu do Słońca następuje gwałtowna sublimacja materii lotnej.



Rys. 1



Rys. 2

Wprawdzie w tym okresie nie można już opisać jasności komety przy pomocy jednego zestawu parametrów, jednak średnia ich wartość wynosi:

$$H_0 = 5,9^m \pm 0,2^m$$

$$n = 8,2 \pm 0,5$$

Można zauważać, że wzrosła zarówno jasność absolutna komety (jądro otoczyło się świeżą materią), jak i jej aktywność. Możliwe, że w połowie stycznia zwiększała się emisja materii z centrów aktywnych („gejzerów”) na powierzchni jądra, co zmieniło charakter zmian jasności komety. Nie ma natomiast śladów gwałtownych zmian, co może świadczyć o tym, że pomimo dużego zbliżenia do Słońca nie nastąpił rozpad jądra.

Obserwowana przez obserwatorów SOK otoczka komety C/2002 V1 składała się z dwóch warstw: jaśniejszej, wewnętrznej o stałej średnicy równej 100 tys. km oraz rozmytej zewnętrznej, która w połowie stycznia osiągnęła 400 tys. km, po czym zaczęła maleć.

Stopień kondensacji otoczki DC, który jest chyba najbardziej subiektywnym parametrem obserwacyjnym każdej komety, w tym przypadku w okresie obserwacyjnym wykazuje wyraźny stały wzrost od zaledwie 1 (obiekt bardzo rozmyty) do aż 8 (obiekt gwiazdopodobny). Potwierdza to coraz silniejszą w miarę zbliżania do Słońca emisję materii z centrów aktywnych na powierzchni jądra.

Kometa C/2002 V1 posiadała także wyraźny warkocz, jednak o długości zaledwie 2,5 mln km. W miarę zbliżania się do Słońca wzrastała jasność

warkocza przy utrzymującej się jego niewielkiej długości.

Mniej więcej miesiąc po kometie C/2002 V1 (NEAT) 13 grudnia 2002 r. japoński miłośnik astronomii T. Kudo, używając lornetki 20×125 odkrył w gwiazdozbiorze Wolarza rozmyty obiekt o średnicy $2'$ i jasności $9,5^m$. W dzień później ten sam obiekt niezależnie odkrył inny Japończyk, S. Fujikawa (wcześniej znany jako odkrywca pięciu komety, z których pierwszą odkrył już w 1969 r.). W związku z powyższym kometa otrzymała oznaczenie C/2002 X5 (Kudo-Fujikawa). Później została znaleziona na wcześniejszych zdjęciach wykonanych przy pomocy urządzenia SWAN na satelicie SOHO. Orbita wyznaczona dla komety wskazywała na jej przejście przez peryhelium 29 stycznia 2003 r. w odległości 0,19 j.a. Wydawało się, że pod koniec grudnia będzie możliwa jej obserwacja gołym okiem, a w połowie stycznia osiągnie $+3^m$. Jednak obserwacje wykonane w grudniu 2002 wskazywały, że wzrost jasności komety następuje wolniej niż przewidywano. Na dodatek w jej obserwacjach przeszkościło niskie położenie nad horyzontem. W każdym razie jasność komety nie przekroczyła $5,5^m$. Obserwano także wąski, krótki warkocz. Pod koniec stycznia kometa C/2002 X5 zbliżyła się na niebie do Słońca na odległość jedynie $1,5^\circ$ i, podobnie jak omawiana wcześniej C/2002 V1, była widoczna jedynie na zdjęciach z koronografu SOHO.

Także i ta kometa zgodnie z kryterium Bortle'a nie powinna „przeżyć” peryhelium, jednak wbrew przewidy-

waniom nie rozpadła się i była obserwowana (także w Polsce) jeszcze w marcu 2003. Wtedy jednak jej jasność bardzo szybko spadała i wkrótce obserwacje stały się bardzo trudne.

Do Ziemi na minimalną odległość 0,862 j.a. kometa C/2002 X5 zbliżyła się 20 lutego 2003 r., jednak oczywiście przy tak dużym zbliżeniu do Słońca o jasności komety decydowała jej odległość od niego, tak więc najjaśniejsza była ona wtedy, gdy przechodziła przez peryhelium (czyli była niewidoczna z Ziemi).

Ostatecznie wyznaczone elementy orbity komety są następujące:

$$T_0 = 2003 \text{ styczeń } 29,0021 \text{ TT}$$

$$q = 0,190034 \text{ j.a.}$$

$$e = 1,000089$$

$$\omega = 94,1462^\circ$$

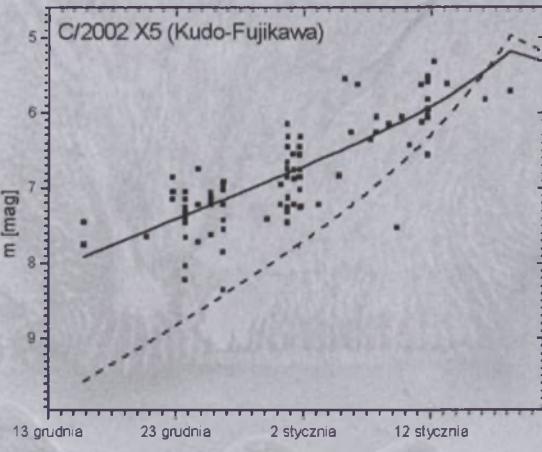
$$\Omega = 187,5870^\circ$$

$$i = 119,0661^\circ$$

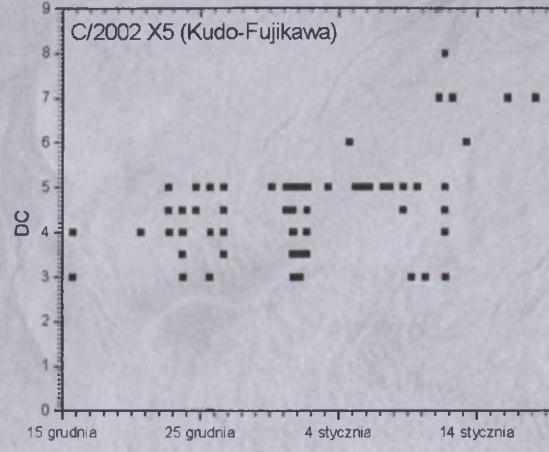
(elementy kątowe podane dla epoki 2000).

Z podanych elementów orbity wynika, że kometa C/2002 X5 (Kudo-Fujikawa) krąży po orbicie hiperbolicznej, czyli oddala się obecnie na zawsze od Słońca. Nie oznacza to jednak wcale, że była kometą międzygwiezdową. Nie zapominajmy, że jest to tzw. orbita chwilowa (oskulacyjna), będąca rezultatem perturbacji planetarnych i efektów niegravitacyjnych. Niewątpliwie pierwotna orbita komety była bardzo silnie wyciągniętą elipsą (praktycznie parabolą), co oznacza, że prawdopodobnie to gość, który pierwszy raz zawiitał do nas z Obłoku Oorta.

W Sekcji Obserwatorów Komet PTMA otrzymaliśmy obserwacje od



Rys. 3



Rys. 4

25 obserwatorów, którzy wykonali łącznie 93 oceny jasności, 91 pomiarów średnicy otoczki, 92 oceny stopnia kondensacji oraz 9 obserwacji warkocza.

Jak widać na krzywej jasności komety, zgodnie z oczekiwaniemi jej jasność rosła wraz ze zbliżaniem się do Słońca, osiągając w połowie stycznia ok. 5,5^m. Niestety, kometa C/2002 X5 wtedy była widoczna nisko nad poranym horyzontem i nie stanowiła efektownego obiektu niebieskiego. Widać także, że początkowo jej jasność była znacznie większa niż przewidywana (linia przerywana), jednak ostatecznie obydwie krzywe (przewidywana i rzeczywista) przecięły się właśnie w połowie stycznia.

Po zredukowaniu jasności komety do jasności heliocentrycznej okazało się, że w całym okresie obserwacyjnym można ją opisać przy pomocy parametrów:

$$H_0 = 7,2^m \pm 0,1^m$$

$$n = 2,4 \pm 0,2$$

Tym razem podana jasność absolutna jest zgodna z wielkością wyznaczoną w dużych odległościach heliocentrycznych, co wskazuje na jądro o średnicy nawet 7 km (oczywiście, mogło być także znacznie mniejsze). Niestety, kometa Kudo-Fujikawa nie zbliżyła się do Słońca tak blisko jak omawiana wcześniej jej „starsza siostrzyczka”, przez co nie była tak efektownym obiektem.

Podobnie jak w przypadku omawianej poprzednio komety, także i otoczka C/2002 X5 posiadała jaśniejszy „rdzeń” o stałej średnicy 100 tys. km.

Tym razem jednak także zewnętrzna, bardziej rozmyta warstwa otoczki pozostała niezmienna przy standardowej dla większości komet średnicy 300 tys. km (niektóre obserwacje z połowy stycznia sugerują pojawienie się jeszcze jednej, bardzo słabej, zewnętrznej warstwy o średnicy 500 tys. km).

Dużo światła na historię omawianej komety rzuca analiza zmian stopnia kondensacji DC. Do połowy stycznia DC było stałe i wynosiło 4, co w zasadzie oznacza jednostajne „sączenie się” materii lotnej z powierzchni jądra, ewentualnie istnienie mało aktywnych „gejzerów”. Ok. 10 stycznia następuje gwałtowny wzrost DC do wartości ok. 7. Przypomnijmy, że w tym samym okresie pojawiła się słaba, zewnętrzna otoczka o dużej średnicy. Oznacza to, że wraz ze zbliżeniem się do Słońca ok. 10 stycznia (w odległości od Słońca równej 0,6 j.a.) nastąpiło uaktywnienie nowego, silnego centrum aktywnego „pompującego” do otoczki świeżą materię.

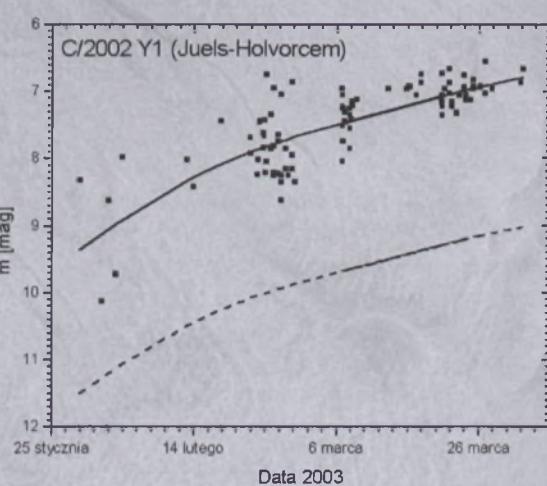
Ten wniosek potwierdzają obserwacje warkocza. W połowie stycznia długość warkocza gwałtownie wzrosła z 500 tys. km do prawie 1,8 mln km!

Podsumowując, można stwierdzić, że mieliśmy do czynienia z parą wzajemnie pod wieloma względami podobnych komet. Obydwie wykazywały podobną aktywność. Różniły się tym, że kometa C/2002 V1 (NEAT) była małą, już „wypaloną” kometą wielokrotnie już zbliżającą się do Słońca, natomiast C/2002 X5 (Kudo-Fujikawa) kometą nową, o większej średnicy jądra i ciekawszej ewolucji. Można jedynie żałować, że nie zamieniły się one

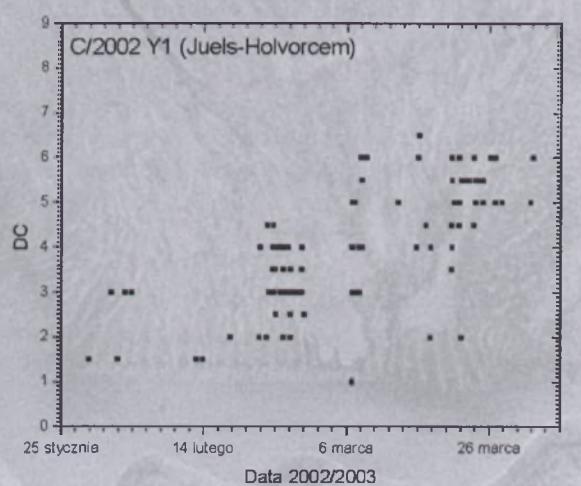
miejscami — gdyby to kometa Kudo-Fujikawa znalazła się tam, gdzie była kometa NEAT, być może moglibyśmy ją widzieć nawet w dzień!

W okresie, gdy członkowie SOK obserwowali omawiane wcześniej komety C/2002 V1 i C/2002 X5, została odkryta kolejna kometa, której jasność według pierwotnych przewidywań nie powinna przekroczyć 10^m, czyli nie powinna wzbudzić szerszego zainteresowania. Ale po kolej, zwłaszcza że historia jej odkrycia jest bardzo pouczająca...

Odkrycie tej komety było efektem współpracy między dwoma mieszkającymi w różnych częściach świata miłośnikami astronomii. Charles W. Juels (Arizona, USA) i Paulo R. Holvorcem (Campinas, Brazylia) już od jakiegoś czasu rozważali możliwość odkrywania komet i planetoid bliskich Ziemi (NEA) przy pomocy małych teleskopów. Juels skonstruował odpowiedni system w swoim domu w 2002 r. W jego skład wchodził refraktor o średnicy 12 cm (f/5) i kamera CCD z matrycą 1024×1024. Plan polegał na współpracy: Juels kierował poszukiwaniami i dokonywał wstępniego przeglądu obrazów, natomiast za dniem Holvorcema było dokładne ich zbadanie. System ten oficjalnie zaczął pracować w nocy z 27 na 28 grudnia 2002 r. Już tego samego poranka (!) Juels zauważył poruszający się obiekt o jasności 16^m. Holvorcem nałożył na siebie pięć ekspozycji 45 s oraz jedną 90 s i stwierdził, że jest to kometa o średnicy otoczki 1,8' i jasności 15,1^m. Kometarny charakter obiek-



Rys. 5



Rys. 6

tu potwierdziły obserwacje innych obserwatorów i kometa otrzymała nazwę pochodząą od obu amatorów.

Najbliżej Ziemi w odległości 0,891 j.a. kometa C/2002 Y1 znalazła się w dniu 16 lutego 2003 r., jednak podobnie jak w przypadku wcześniej omawianych komet okres jej maksymalnej jasności związany był ze zbliżeniem do Słońca.

Ostatecznie wyznaczone elementy orbity komety są następujące:

$$\begin{aligned}T_0 &= 2003 \text{ kwiecień } 13,2508 \text{ TT} \\q &= 0,713747 \text{ j.a.} \\e &= 0,997058 \\w &= 103,7816^\circ \\Omega &= 128,8232^\circ \\i &= 166,2194^\circ\end{aligned}$$

(elementy kątowe podane dla epoki 2000).

Z podanych elementów wynika, że kometa Juelsa-Holvorcema krąży po wydłużonej orbicie eliptycznej wokół Słońca z okresem prawie 3800 lat, oddalając się od niego na odległość prawie 500 j.a. Tak więc tym razem przyleciał do nas gość z obszarów, gdzie wewnętrzna część Obłoku Oorta przekształcająca się w bliższy Słońcu Pas Kuipera.

Jak już wspomniano, kometa w maksimum osiągnąć miała w marcu jasność zaledwie 10^m , świecąc wtedy wysoko na niebie. Wprawdzie potem jasność ta miała wzrosnąć do 9^m , ale przy szybko pogarszających się warunkach obserwacyjnych. Jednak już w lutym stało się faktem, że ta jasność może być znacznie większa. Tym razem w Sekcji Obserwatorów Komet PTMA otrzymaliśmy obserwacje od 16 obserwatorów, którzy wykonali łącznie 92 oceny jasności, 91 pomiarów średnicy otoczki, 92 oceny stopnia kondensacji oraz 3 obserwacje warkocza.

Zapoznamy się pokróć z wynikami obserwacji. Na poniższym wykresie przedstawiającym zależność jasności otoczki komety od czasu widać przede wszystkim, że była ona systematycznie wyższa o prawie 2^m od przewidywanej, osiągając na początku kwietnia 7^m . Wtedy można było obserwować kometę nisko nad poranym horyzontem, jednak obserwacje ułatwiały przechodzące w tym okresie przez Polskę układy wyżowe. O ile w styczniu rozrzuł ocen jasności sięgał 2^m , o tyle pod koniec marca wy-



Zdjęcie komety 2002 V1 (NEAT) wykonane 31.01.2003 r. przez grupę uczniów szkoły w mieście Sonderborg w Danii za pomocą przyrządów EUC Syd and Amtsgymnasiet Observatory. Fotografia obejmuje obszar $1^\circ,2$. Fot. Internet (<http://www.amtsgym-sdbg.dk/as/galleri>)

nosił jedynie $0,5^m$, co dla komet jest wielkością bardzo małą (średnie odchylenie standardowe dla tego okresu wynosi jedynie $0,2^m$!).

Po zredukowaniu jasności otoczki do jasności heliocentrycznej można stwierdzić, że jej zależność od logarytmu odległości od Słońca w całym okresie obserwacyjnym była liniowa, co dowodzi braku jakichkolwiek gwałtownych zdarzeń w „życiu” komety. Może być ona opisana wielkościami:

$$\begin{aligned}H_0 &= 5,8^m \pm 0,1^m \\n &= 4,1 \pm 0,2\end{aligned}$$

Sądząc z powyższych wartości, kometa C/2002 Y1 była wręcz wzorcową kometą długookresową o standardowej aktywności. W porównaniu z pierwotnymi ocenami zwiększyła się natomiast jasność absolutna komety. Ponieważ oczywiście niemożliwy jest wzrost średnicy jądra, należy to wiązać ze wzrostem albedo otoczki — po prostu w trakcie zbliżania do Słońca (jeszcze zanim nasi obserwatorzy zaczęli ją obserwować) nastąpił wypływ świeżej materii, która utworzyła wokół jądra jasną otoczke. Na podstawie pierwotnej wartości H_0 ($9,5^m$) można oszacować średnicę skalno-lodową jądra na poniżej $2,5$ km. Jest

to wielkość mała i efektowny wygląd komety możemy zawdzięczać jedynie jej stosunkowo dużej aktywności.

Także i tym razem otoczka komety miała stałą średnicę równą 300 tys. km. Był także obserwowany krótki warkocz o długości zaledwie 1 mln km, co może świadczyć o niedużych zasobach materii lotnej na powierzchni jądra.

Systematyczny wzrost stopnia kondensacji od 2 do 6 świadczy o dominującym wkładzie centrów aktywnych na powierzchni jądra w całkowitą jasność komety. wyjaśnia to jednocześnie, dlaczego była ona jaśniejsza od początkowych przewidywań.

Na podstawie obserwacji można stwierdzić, że kometa C/2002 Y1 (Juels-Holvorcem) była klasyczną, łatwą w obserwacji (w marcu przypominała gromadę kulistą) kometą długookresową, której historia odkrycia dowiodła ponownie, że pomimo istnienia automatycznych systemów LINEAR, LONEOS, NEAT i innych odkrycie nowej komety przez miłośnika astronomii nadal jest możliwe!

Tomasz Ściążor

[Pełne opracowanie opisywanych komet znaleźć można w bieletynie SOK PTMA „Komeciarz” 2/2003]

V Konferencja Sekcji Obserwatorów Komet PTMA

„Struktura i ewolucja komet i innych drobnych ciał Układu Słonecznego”

10-12 X 2003

W dniach 10-12 października br. w lokalu Oddziału Krakowskiego PTMA w Krakowie (PTMA – Instytut Matematyki ul. św. Tomasza 30) odbędzie się V Konferencja Sekcji Obserwatorów Komet PTMA.

Członkowie SOK mogą brać udział w konferencji w ramach składek, inne osoby po uiszczeniu opłaty konferencyjnej, wynoszącej dla członków PTMA 15 zł, dla pozostałych 30 zł.

Przewidywany porządek konferencji:

10 października (piątek)

- przyjazd uczestników
- otwarcie sesji plakatowej

11 października (sobota)

- odczyty zaproszonych prelegentów (krajowych i zagranicznych)
- dyskusja nad problemami obserwacji komet
- pokaz oprogramowania wspomagającego obserwacje komet
- wizyta w obserwatorium „Fort Skała”

12 października (niedziela)

- odczyty referatów zgłoszonych
- omówienie stanu bieżącego i przyszłości SOK

Osoby pragnące w ramach konferencji wygłosić referat są proszone o dostarczenie jego pisemnej wersji do końca września br. Sam tekst nie powinien przekraczać 1/4 arkusza autorskiego, to jest 10000 znaków (w pliku czysto tekstem jest to równowartość liczby bajtów) lub około 6 stron maszynopisu znormalizowanego (30 linii po 60 znaków). Zapewniamy dobrą jakość grafiki wykresów i rysunków, jeśli zostaną przesłane w postaci wektorowej (pliki postscriptowe PS i EPS) albo na papierze w możliwie dużym formacie (najlepiej A4, lecz nie większym).

Wszystkie prezentowane referaty zostaną następnie opublikowane w Biuletynie Naukowym SOK PTMA „Kometiarz”.

Pytania natury technicznej prosimy kierować do redaktora technicznego Biuletynu gmq@vistula.wis.pk.edu.pl lub na adres SOK PTMA.

Zgłoszenia udziału w konferencji prosimy przesyłać na adres:

Sekcja Obserwatorów Komet PTMA, ul. św. Tomasza 30, 31-027 Kraków

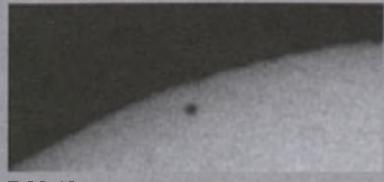
e-mail: SOK@vistula.wis.pk.edu.pl

Na zgłoszenia oczekujemy do 30 września 2003 r.

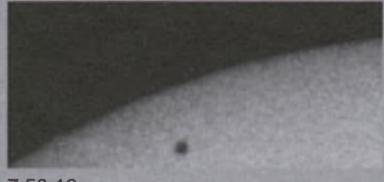
„Plama” Merkurego na Słońcu (7.05.2003)



7:16:02 (2 kontakt)



7:30:43



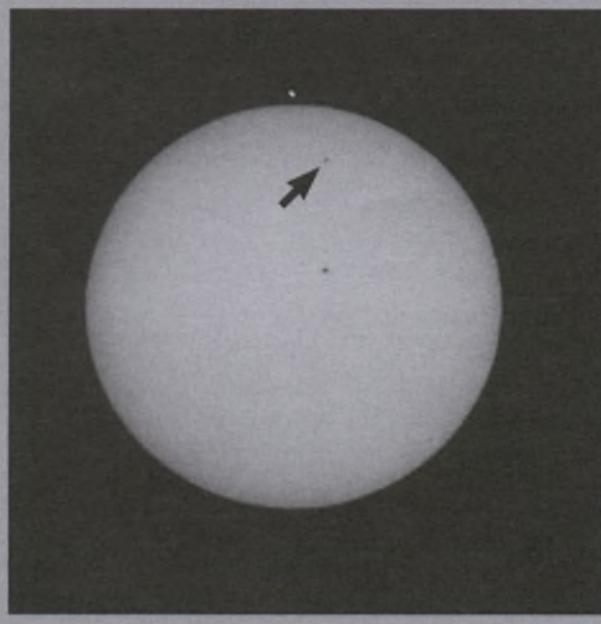
7:50:16

Prezentowane tu
zdjęcia tranzytu
Merkurego

wykonał Wojciech
Kreft z Krakowa
przy użyciu lunety
o ogniskowej
 $f = 1200 \text{ mm}$,
średnicy obiektywu
 $d = 50 \text{ mm}$,
oraz czasie
naświetlania
 $t = 1/500 \text{ s}$.

Na obiektyw lunety
był nałożony filtr
szary $100\times$,
a do fotografowania
był użyty film
Kodak Gold
 100 ASA .

Aparat FED-2 był
przymocowany
zamiast okularu
lunety



9:52:22 (maksymalne zanurzenie)

Wrzesień

Słońce

Słońce w swym ruchu rocznym po ekleptyce 23 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^h46^m, zachodzi o 17^h25^m, a 30 września wschodzi o 4^h34^m, zachodzi o 16^h17^m.

Dane dla obserwatorów Słońca (na 0^h UT)

Data 2003	P [°]	B ₀ [°]	L ₀ [°]
IX 1	20,95	7,19	333,49
3	21,46	7,21	307,07
5	21,93	7,23	280,66
7	22,39	7,25	254,24
9	22,82	7,25	227,83
11	23,23	7,25	201,42
13	23,62	7,23	175,01
15	23,98	7,21	148,60
17	24,31	7,18	122,20
19	24,63	7,14	95,80
21	24,91	7,10	69,39
23	25,17	7,04	43,00
25	25,41	6,98	16,60
27	25,61	6,91	350,21
IX 29	25,79	6,83	323,81
X 1	25,95	6,74	297,42

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

B₀, L₀ – heliograficzna szerokość i długość środka tarczy;

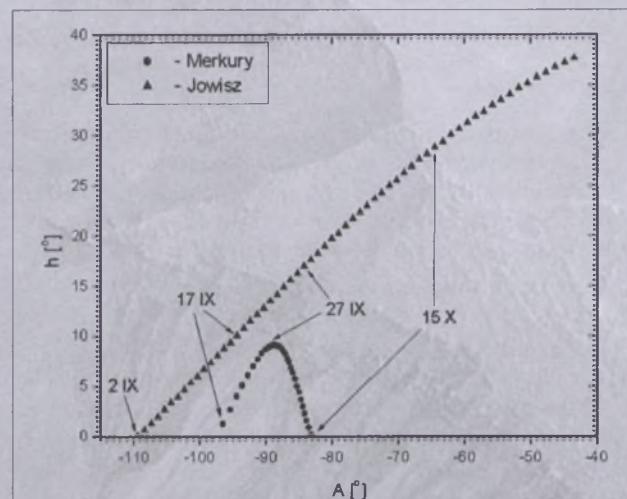
26^d06^h11^m – heliograficzna długość środka tarczy wynosi 0°.

Księżyc

Bezksiężycowe noce będziemy mieli pod koniec września, bowiem kolejność faz Księżyca jest w tym miesiącu następująca: pierwsza kwadra 3^d12^h34^m, pełnia 10^d16^h36^m, ostatnia kwadra 18^d19^h03^m i nów 26^d03^h09^m. W apogeum Księżyca znajdzie się 16 września o 9^h24^m, natomiast w perigeum 28 września o 6^h00^m.

Planety i planetoidy

W drugiej połowie września nisko nad wschodnim horyzontem można próbować odnaleźć Merkurego, świecącego wtedy z jasnością +1^m. Najwyżej nad horyzontem planeta znajdzie się w dniu 27 września, gdy na początku świętu cywilnego (około godzinę przed wschodem Słońca), świecąc z jasnością -0,6^m, wznieśnie się na wysokość ponad 9° (jest to najkorzystniejsza poranna widzialność Merkurego w bieżącym roku). W tym okresie przez teleskop będziemy mogli zobaczyć początkowo wąski sierp Merkurego o średnicy 10'', pod koniec miesiąca mający już tylko 7'', lecz za to o większej fazie, zbliżającej się do „kwa-



Rys. 1. Merkury i Jowisz nad wschodnim horyzontem (w Warszawie) na początku świętu cywilnego we wrześniu i październiku 2003 (około godzinę przed wschodem Słońca)

dry". Jeżeli posiadamy teleskop o średnicy przynajmniej 10 cm i powiększeniu 100x, możemy spróbować dostrzec szczegóły powierzchniowe planety (w celu poprawienia kontrastu można użyć żółtego filtru).

Wenus znajduje się na niebie w pobliżu Słońca i jest niewidoczna.

We wrześniu najjaśniejszym obiektem na niebie po Słońcu i Księżyco pozostaje powoli oddalający się od Ziemi po sierpniowej opozycji Mars, jednak jasność planety spada w ciągu miesiąca z -3^m do -2^m. Planeta widoczna jest przez całą noc w gwiazdozbiorze Wodnika. Średnica tarczy Marsa w ciągu miesiąca spada od 25'' do 20'', co jednak nadal pozwoli na obserwację szczegółów powierzchniowych nawet przez niewielkie teleskopy amatorskie. Wystarczy do tego już teleskop o średnicy obiektywu 10 cm, jednak będą przeszukwać drgania atmosfery związane ze stosunkowo małą wysokością planety nad horyzontem – w momencie górowania wyniesie ona zaledwie 22°. Wrzesień (zwłaszcza koniec miesiąca, okres nowiu Księżyca) jest miesiącem, w którym przez większe teleskopy amatorskie można kontynuować próby dostrzeżenia satelitów Marsa: Phobosa (10,7^m) i Deimosa (11,8^m). Jednak należy pamiętać o zasłonięciu oślepiającej tarczy samej planety!

Nad ranem, na początku września nad wschodnim horyzontem pojawia się Jowisz, świecący w gwiazdozbiorze Lwa z jasnością -1,7^m. W ciągu miesiąca wysokość planety nad horyzontem rośnie i pod koniec września na początku świętu cywilnego osiąga 19°.

W drugiej połowie nocy możemy zobaczyć Saturna świecącego w gwiazdozbiorze Bliźniąt jako „gwiazdę” o jasności 0,0^m. Przez teleskop możemy obserwować tarczę planety o średnicy 18'' oraz układ pierścieni.

W pierwszej połowie nocy w gwiazdozbiorze Wodnika widoczny jest Uran (o jasności 5,7^m), a w gwiazdozbiorze Koziorożca Neptun (7,9^m). Małe średnice tarcz tych planet (odpowiednio 3,7'' i 2,3'') utrudniają dostrzeżenie jakichkolwiek szczegółów powierzchniowych nawet przez większe teleskopy amatorskie.

Wieczorem na południowo-zachodnim niebie można próbować zaobserwować Plutona (13,9^m), jednak jest po-

trzebny do tego teleskop o średnicy obiektywu przynajmniej 15 cm.

We wrześniu w pobliżu opozycji znajduje się jasna planetoida:

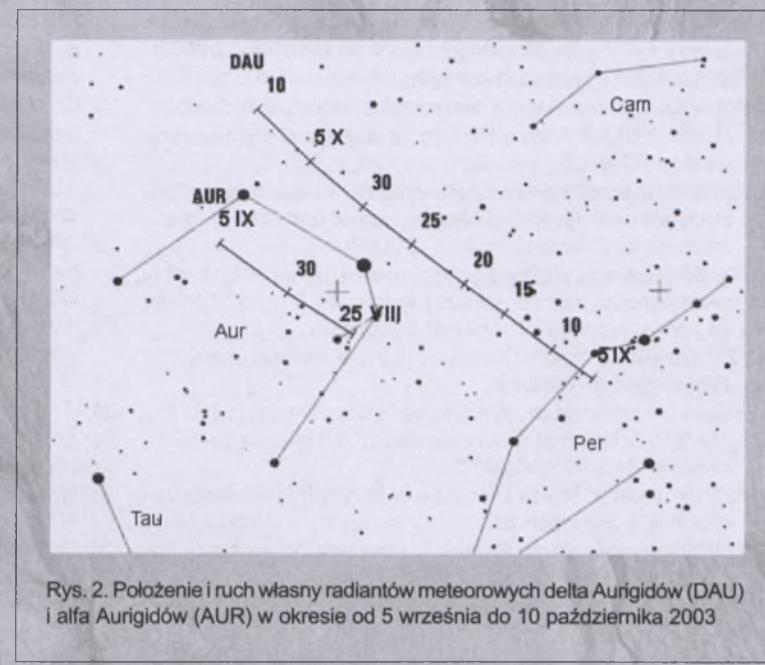
(2) Pallas, (jasność 8,4^m). 8 IX: 2^h10,1^m, -7°01'; 18 IX: 2^h08,4^m, -9°46'; 28 IX: 2^h04,4^m, -12°42'.

Meteory

Od 25 sierpnia do 8 września promienią meteorów z roju alfa Aurigid (AUR). Te szybkie meteory ze śladami wiążą się z kometą Kiesa z 1911 r. Należą do kompleksu mało aktywnych rojów (razem z opisanymi poniżej delta Aurigidami) i są z nich najaktywniejsze. W latach 1935, 1986 i 1994 obserwowano wzrosty aktywności do ZHR = 40, jednakże rój nie jest systematycznie obserwowany i inne takie zdania mogły zostać „przegapione”. Maksimum aktywności roju wystąpi w tym roku 1 września. Radian meteorów leży w gwiazdozbiorze Woźnicy i w okresie maksimum ma współrzędne: $\alpha = 5^{\text{h}}36^{\text{m}}$, $\delta = +42^{\circ}$. W bieżącym roku warunki obserwacyjne tego słabo zbadanego roju są znakomite — wznosi się on wysoko nad horyzontem około północy, już po zachodzie zbliżającego się do pierwszej kwadranty Księżyca.

Od 5 września do 10 października promienią meteorów z należącego do tego samego kompleksu roju delta Aurigid [DAU]. Radian meteorów leży także w gwiazdozbiorze Woźnicy i ma współrzędne: $\alpha = 4^{\text{h}}00^{\text{m}}$, $\delta = +47^{\circ}$. Maksimum aktywności tego mało aktywnego roju przypada 9 września. Warunki obserwacji w tym roku są bardzo złe w związku z Księżycem w pobliżu pełni.

Przez cały wrzesień możemy też obserwować wolne, czerwonawe i często jasne meteory z mało aktywnego roju Piscid (SPI) związanego z kometą Morehouse'a z 1907 r. Radian meteorów leży w gwiazdozbiorze Ryb i ma współrzędne: $\alpha = 0^{\text{h}}20^{\text{m}}$, $\delta = -1^{\circ}$. Maksimum aktywności przypa-



Rys. 2. Położenie i ruch własny radiantów meteorowych delta Aurigidów (DAU) i alfa Aurigidów (AUR) w okresie od 5 września do 10 października 2003

da 20 września, w związku z czym w obserwacjach tego słabo zbadanego roju w pierwszej połowie nocy nie będzie przeszkadzać zbliżający się do nowiu Księżyca.

1^d21^h50^m Księżyca Marsa Phobos w maksymalnej elongacji zachodniej w odległości 34".

1^d23^h Minimalna libracja Księżyca ($1,1^{\circ}$) w kierunku *Mare Fecunditatis* (oświetlone).

4^d Księżyca Saturna Tytan w maksymalnej elongacji wschodniej.

4^d21^h45^m Księżyca Marsa Deimos w maksymalnej elongacji wschodniej w odległości 86".

4^d22^h30^m Księżyca Marsa Phobos w maksymalnej elongacji wschodniej w odległości 35".

5^d21^h30^m Księżyca Marsa Phobos w maksymalnej elongacji wschodniej w odległości 34".

6^d18^h Zakrycie gwiazdy ω Sgr (4,7^m) przez ciemny brzeg Księżyca po pierwszej kwadrze, widoczne w całej Polsce (Szczecin 18^h30^m — Lublin 18^h40^m).

6^d20^h Zakrycie gwiazdy 60 Sgr (4,8^m) przez ciemny brzeg Księżyca po pierwszej kwadrze, widoczne w całej Polsce (Szczecin 20^h11^m — Lublin 20^h23^m).

7^d19^h Złączenie Neptuna z Księżykiem w odł. 5°.

7^d20^h15^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).

8^d10^h Złączenie Merkurego z Wenus w odł. 5°.

8^d22^h10^m Księżyca Marsa Phobos w maksymalnej elongacji zachodniej w odległości 33".

8^d23^h Maksymalna libracja Księżyca ($8,4^{\circ}$) w kierunku *Mare Humboldtianum* (oświetlone).

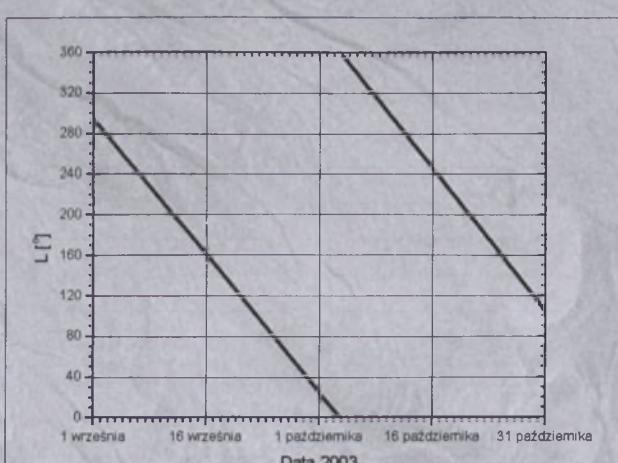
9^d06^h Złączenie Urana z Księżykiem w odł. 5°.

9^d13^h Złączenie Marsa z Księżykiem w odł. 1°.

9^d19^h51^m Gwiazda zmienia η Aql (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,5^m).

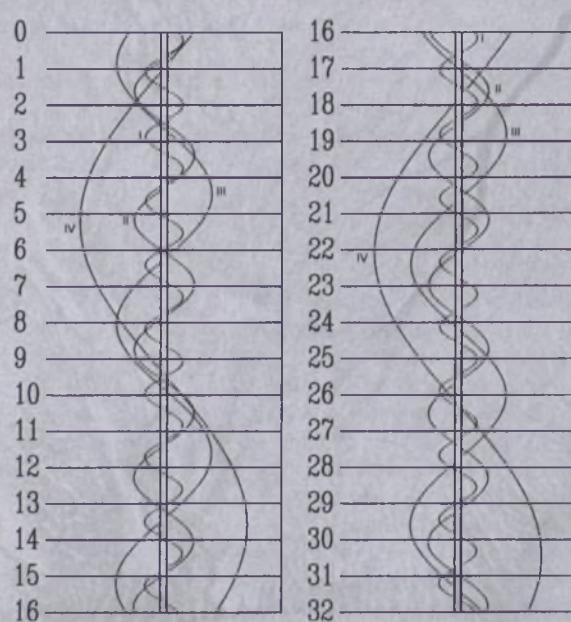
9^d21^h10^m Księżyca Marsa Phobos w maksymalnej elongacji zachodniej w odległości 33".

9^d22^h45^m Księżyca Marsa Deimos w maksymalnej elongacji wschodniej w odległości 84".

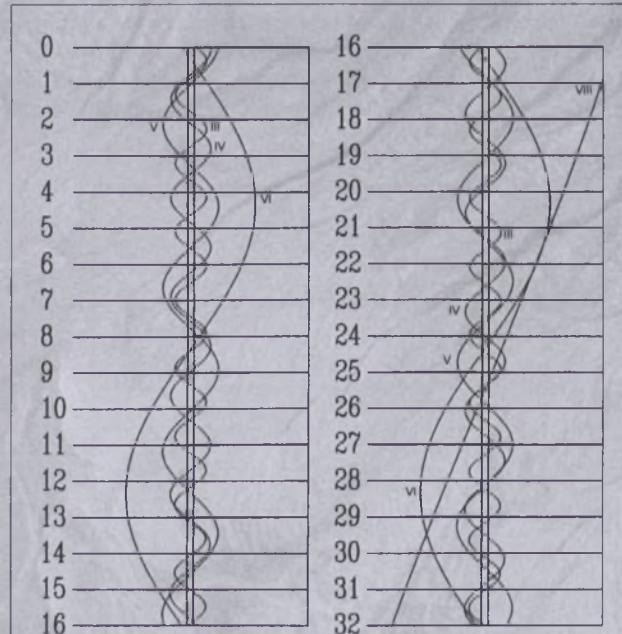


Rys. 3. Zmiany długości południka centralnego tarczy Marsa (L) o północy UT we wrześniu i październiku 2003. Aby określić długość południka centralnego Marsa w danym momencie, należy pamiętać, że w ciągu godziny wzrasta ona o ok. 15° (wygląd tarczy Marsa w tegorocznnej opozycji dla różnych wartości L przedstawiono w „Uranii-PA” 3/2003)

- 11^d00^h24^m Gwiazda zmienna δ Cep (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,5^m) (mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 1/2003).
- 11^d02^h Merkury w koniunkcji dolnej ze Słońcem.
- 12^d Księżyca Saturna Tytan w maksymalnej elongacji zachodniej.
- 12^d21^h50^m Księżyca Marsa Phobos w maksymalnej elongacji wschodniej w odległości 33".
- 12^d23^h36^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).
- 15^d00^h58^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).
- 15^d23^h Minimalna libracja Księżyca (0,2°) w kierunku Oceanus Procellarum (oświetlony).
- 16^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).
- 16^d21^h15^m Księżyca Marsa Deimos w maksymalnej elongacji zachodniej w odległości 81".
- 16^d21^h30^m Księżyca Marsa Phobos w maksymalnej elongacji zachodniej w odległości 32".
- 17^d00^h05^m Gwiazda zmienna η Aql (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,5^m).
- 19^d00^h52^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).
- 19^d13^h Merkury nieruchomy w rektascensji.
- 19^d22^h10^m Księżyca Marsa Phobos w maksymalnej elongacji wschodniej w odległości 32".
- 20^d Księżyca Saturna Tytan w maksymalnej elongacji wschodniej.
- 20^d03^h Złączenie Saturna z Księżykiem w odł. 5°.
- 20^d21^h10^m Księżyca Marsa Phobos w maksymalnej elongacji wschodniej w odległości 32".
- 21^d11^h Złączenie Merkurego z Jowiszem w odł. 7°.
- 21^d17^h59^m Gwiazda zmienna δ Cep (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,5^m) (mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 1/2003).
- 21^d21^h41^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).
- 22^d18^h Maksymalna libracja Księżyca (9,1°) w kierunku krateru Schickard (oświetlony).
- 23^d Gwiazda zmienna długookresowa W Cet (miryda) (0^h02,1^m, -14°41') osiąga maksimum jasności (7,6^m) (mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 4/2002).
- 23^d10^h47^m Słońce wstępuje w znak Wagi, jego długość ekliptyczna wynosi wówczas 180°, mamy zrównanie dnia z nocą i początek jesieni astronomicznej.
- 23^d19^h45^m Księżyca Marsa Deimos w maksymalnej elongacji wschodniej w odległości 76".
- 24^d04^h Złączenie Jowisza z Księżykiem w odł. 4°.
- 24^d17^h Złączenie Merkurego z Księżykiem w odł. 5°.
- 24^d20^h50^m Księżyca Marsa Phobos w maksymalnej elongacji zachodniej w odległości 30".
- 25^d Gwiazda zmienna długookresowa T Cep (miryda) (21^h09,6^m, +68°29') osiąga maksimum jasności (6,0^m).
- 26^d Gwiazda zmienna długookresowa T Hya (miryda) (8^h55,6^m, -9°08') osiąga maksimum jasności (7,8^m).
- 26^d20^h Złączenie Wenus z Księżykiem w odł. 2°.
- 27^d00^h Merkury w maksymalnej elongacji zachodniej od Słońca równej 18°.
- 27^d02^h47^m Gwiazda zmienna δ Cep (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,5^m) (mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 1/2003).
- 28^d Gwiazda zmienna długookresowa U Ari (miryda) (3^h11,1^m, +14°48') osiąga maksimum jasności (8,1^m).
- 28^d Księżyca Saturna Tytan w maksymalnej elongacji zachodniej.
- 28^d20^h30^m Księżyca Marsa Phobos w maksymalnej elongacji wschodniej w odległości 29".
- 28^d21^h00^m Księżyca Marsa Deimos w maksymalnej elongacji wschodniej w odległości 73".
- 28^d23^h Minimalna libracja Księżyca (1,2°) w kierunku Mare Australe (oświetlone).
- 29^d15^h Mars nieruchomy w rektascensji.



Rys. 4. Konfiguracja galileuszowych księżyców Jowisza we wrześniu 2003 (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. 5. Konfiguracja pięciu najjaśniejszych księżyców Saturna we wrześniu 2003 (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 $4^{\text{h}}36^{\text{m}}$, zachodzi o $16^{\text{h}}15^{\text{m}}$, a 31 października wschodzi o $5^{\text{h}}29^{\text{m}}$, zachodzi o $15^{\text{h}}10^{\text{m}}$.

Księżyce

Bezksiężycowe noce będącymy mieli pod koniec października, bowiem kolejność faz Księżyca jest w tym miesiącu następująca: pierwsza kwadra $2^{\text{d}}19^{\text{h}}09^{\text{m}}$, pełnia $10^{\text{d}}07^{\text{h}}27^{\text{m}}$, ostatnia kwadra $18^{\text{d}}12^{\text{h}}31^{\text{m}}$ i nowa $25^{\text{d}}12^{\text{h}}50^{\text{m}}$. W apogeum Księżyca znajdzie się $14^{\text{d}}02^{\text{h}}27^{\text{m}}$, a w perygeum $26^{\text{d}}11^{\text{h}}34^{\text{m}}$.

wyraźnie maleje zarówno jego jasność ($-2,1^m$ do $-1,2^m$), jak i średnica tarczy ($20''$ do $15''$). Niemniej jednak pozostaje on nadal interesującym celem obserwacji teleskopowych.

Nad ranem coraz wyżej nad wschodnim horyzontem wznosi się Jowisz, świecący w gwiazdozbiorze Lwa z jasnością $-1,8^m$. Przez teleskopy można obserwować zjawiska zachodzące w układzie jego księżyców galileuszowych.

Warunki obserwacji Saturna, Urana i Neptuna w stokrotnie do wrześnią nie zmieniają się.

Pluton zachodzi wieczorem i jego obserwacja jest już raczej niemożliwa.

W październiku w pobliżu obozów znajdują się jasne

(1) Ceres, (jasność 8,3^m). 8 X: 7^h22,1'

(2) Pallas, (jasność 8,2^m). 8 X: 1^h58,4^m, -15°35'; 18 X:
51,0^m, -18°15'; 28 X: 1^h43,0^m, -20°28'.

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

Data 2003	P [°]	B ₀ [°]	L ₀ [°]
X 1	25,95	6,74	297,42
3	26,07	6,64	271,03
5	26,17	6,54	244,64
7	26,24	6,43	218,25
9	26,28	6,31	191,86
11	26,29	6,18	165,48
13	26,27	6,05	139,09
15	26,22	5,90	112,71
17	26,15	5,75	86,33
19	26,04	5,60	59,95
21	25,90	5,43	33,57
23	25,73	5,26	7,19
25	25,53	5,09	340,81
27	25,30	4,91	314,44
29	25,03	4,72	288,07
X 31	24,74	4,52	261,69

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

B_0 , L_0 – heliograficzna szerokość i długość środka tarczy;

$23^{\text{d}}13^{\text{h}}05^{\text{m}}$ – heliograficzna długość środka tarczy wynosi 0° .

Planety i planetoidy

Na początku października nad ranem nisko nad wschodnim horyzontem możemy kontynuować obserwacje Merkurego. Z dnia na dzień jego wysokość nad horyzontem maleje przy nieznacznie rosnącej jasności. Pod koniec pierwszego tygodnia października możemy (na wysokośći 6° nad horyzontem na godzinę przed wschodem Słońca) przez teleskop obserwować tarczę Merkurego o średnicy $6''$ w fazie zbliżającej się do pełni.

Wenus nadal znajduje się na niebie w pobliżu Słońca i jest niewidoczna.

Warunki widzialności Marsa pozostają podobne jak we wrześniu, jednak wysokość planety nad horyzontem w momencie górowania wzrasta z 22° do 27° , co powinno zmniejszyć wpływ drgań atmosfery na jej obraz teleskopowy. Mars w dalszym ciągu oddala się od opozycji, w związku z czym

Metacopy

Od 6 do 10 października promienią wolne meteory z roju Drakonid [GIA], związanego z kometą 21P/Giacobini-Zinner (dlatego 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 są maksima 8 października o 20^{h} (odpowiednik maksimum z 1998 r), 9 października o 4^{h} oraz 9 października w godz. 9:30-12:40 (słabe maksimum z 1999 r.). Warunki obserwacji w tym roku są bardzo złe w związku z Księżycem zbliżającym się do pełni.

Od 2 października do 7 listopada promienią szybkie białe meteory ze śladami z roju Orionidów [ORI], związanego z kometą 1P/Halley. Radiant meteorów leży na granicy gwiazdozbiorów Oriona i Bliźniąt i ma współrzędne: $\alpha = 6^{\text{h}}20^{\text{m}}$, $\delta = +16^{\circ}$. W bieżącym roku maksimum aktywności przypada 21 października o 21^{h} , 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 bardzo dobre, gdyż w obserwacjach nie będzie przeszkadzał zbliżający się do nowiu Księżyca.

★ ★ ★

- 1^d Gwiazda zmienna długookresowa R Leo (miryda) ($9^h47,6^m$, $+11^\circ26'$) osiąga maksimum jasności ($5,8^m$).

2^d Gwiazda zmienna długookresowa U Cyg (miryda) ($20^h19,6^m$, $+47^\circ53'$) osiąga maksimum jasności ($7,2^m$).

5^d 00^h Złączenie Neptuna z Księżycem w odl. 5° .

5^d 20^h Maksymalna libracja Księżyca ($9,1^\circ$) w kierunku *Mare Humboldtianum* (oświetlone).

5^d 22^h 36^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).

6^d Księżyca Saturna Tytan w maksymalnej elongacji wschodniej.

6^d 10^h Złączenie Urana z Księżycem w odl. 5° .

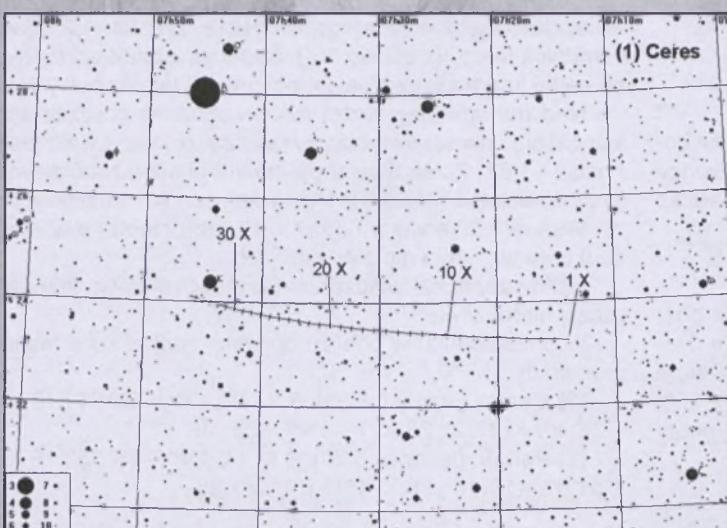
6^d 15^h Złączenie Marsa z Księżycem w odl. 1° .

7^d 16^h Złączenie Marsa z Uranem w odl. 4° .

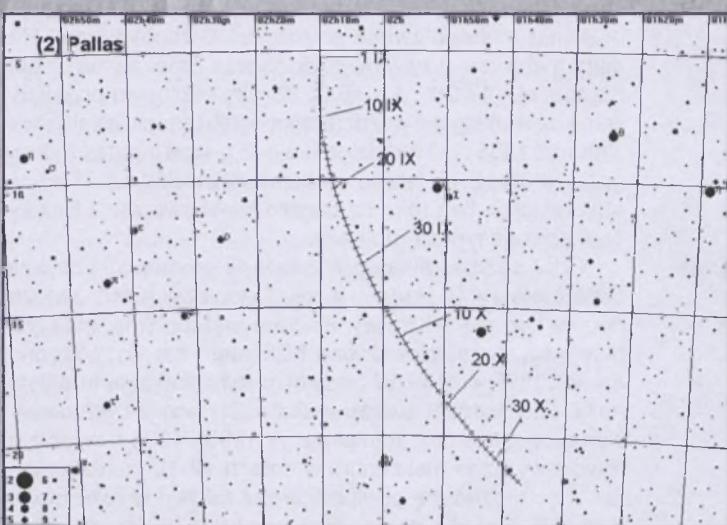
7^d 20^h 22^m Gwiazda zmienna δ Cep (cefeida) osiąga maksimum jasności ($3,5^m$) (mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 1/2003).

8^d 18^h 31^m Gwiazda zmienna ξ Gem (cefeida) osiąga maksimum jasności ($3,6^m$) (mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 3/2003).

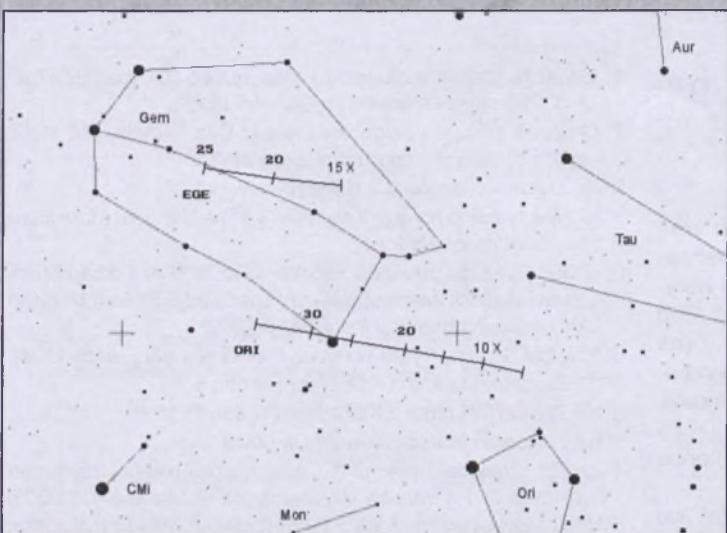
10^d 20^h Odkrycie gwiazdy μ Psc ($4,8^m$) przy ciemnym brzegu Księżyca tuż po pełni, widoczne w całej Polsce (Wrocław 20^h54^m – Olsztyn 21^h03^m).



Rys. 6. Trasa planetoidy (1) Ceres na tle gwiazd gwiazdozbioru Bliźniąt w październiku 2003 (zaznaczone gwiazdy do 10^m)



Rys. 7. Trasa planetoidy (2) Pallas na tle gwiazd gwiazdozbioru Wieloryba we wrześniu i październiku 2003 (zaznaczone gwiazdy do 9^m)



Rys. 8. Położenie i ruch własny radiantów meteorowych Orionidów (ORI) w okresie od 5 października do 5 listopada 2003 i epsilon Geminidów (EGE) (bardzo szybkie meteory związane z kometą Ikeya z 1964 r., maksimum 18 października) w okresie od 15 do 25 października 2003

- 10^d23^h48^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).

13^d07^h Minimalna libracja Księżyca (0,2°) w kierunku krateru *Maurolycus* (zaciemiony).

14^d Księżyca Saturna Tytan w maksymalnej elongacji zachodniej.

15^d Gwiazda zmienna długookresowa S CrB (miryda) (15^h21,4^m, +31°22') osiąga maksimum jasności (7,3^m).

15^d17^h02^m Gwiazda zmienna η Aql (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,5^m).

17^d13^h Złączenie Saturna z Księżycem w odl. 5°.

18^d22^h08^m Gwiazda zmienna ζ Gem (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,6^m) (mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 3/2003).

19^d01^h Odkrycie gwiazdy λ Cnc (5,9^m) przy ciemnym brzegu Księżyca w pobliżu ostatniej kwadry, widoczne w całej Polsce (Krośno 1^h24^m – Gdańsk 1^h34^m).

19^d23^h56^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^d12^h Maksymalna libracja Księżyca (9,9°) w kierunku krateru *Schickard* (oświetlony).

21^d01^h Odkrycie gwiazdy η Leo (3,5^m) przy ciemnym brzegu Księżyca po ostatniej kwadrze, widoczne w całej Polsce (Szczecin 1^h22^m – Lublin 1^h24^m).

21^d02^h12^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^d23^h Złączenie Jowisza z Księżycem w odl. 4°.

22^d Księżyca Saturna Tytan w maksymalnej elongacji wschodniej.

22^d01^h17^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^d18^h Neptun nieruchomy w rektascensji.

22^d21^h17^m Gwiazda zmienna η Aql (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,5^m).

23^d20^h08^m Słońce wstępuje w znak Skorpiona, jego długość ekiptyczna wynosi wówczas 210°.

23^d22^h44^m Gwiazda zmienna δ Cep (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,5^m) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 1/2003].

25^d Gwiazda zmienna długookresowa U Cet (miryda) (2^h33,7^m, -13°09') osiąga maksimum jasności (7,5^m).

25^d08^h Merkury w koniunkcji górnej ze Słońcem.

25^d12^h Złączenie Merkurego z Księżycem w odl. 1°.

25^d22^h Saturn nieruchomy w rektascensji.

26^d15^h Minimalna libracja Księżyca (0,4°) w kierunku *Mare Fecunditatis* (oświetlone).

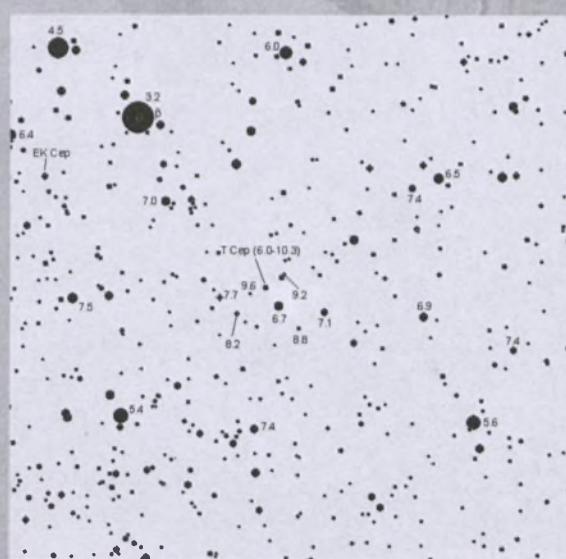
26^d20^h Złączenie Wenus z Księżycem w odl. 0,1°.

27^d Gwiazda zmienna długookresowa R Cnc (miryda) (8^h16,6^m, +11°44') osiąga maksimum jasności (6,8^m).

29^d01^h45^m Gwiazda zmienna ζ Gem (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,6^m) (mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 3/2003).



Rys. 9. Mapa gwiazdozbioru Orła do obserwacji gwiazdy zmiennej η Aql ($19^{\text{h}}52^{\text{m}}28,4^{\circ}$, $+1^{\circ}00'20''$). Podane jasności gwiazd porównania (pole widzenia wynosi 24° , północ u góry)



Rys. 10. Mapa gwiazdozbioru Cefeusza do obserwacji gwiazdy zmiennej T Cep ($21^{\text{h}}09^{\text{m}}31,9^{\circ}$, $+68^{\circ}29'28''$). Podane jasności gwiazd porównania (pole widzenia wynosi 7° , północ u góry)

30^d Gwiazda zmienna długookresowa R Aql (miryda) ($19^{\text{h}}06,4^{\text{m}}$, $+8^{\circ}14'$) osiąga maksimum jasności ($6,1^m$).

30^d Księżyc Saturna Tytan w maksymalnej elongacji zachodniej.

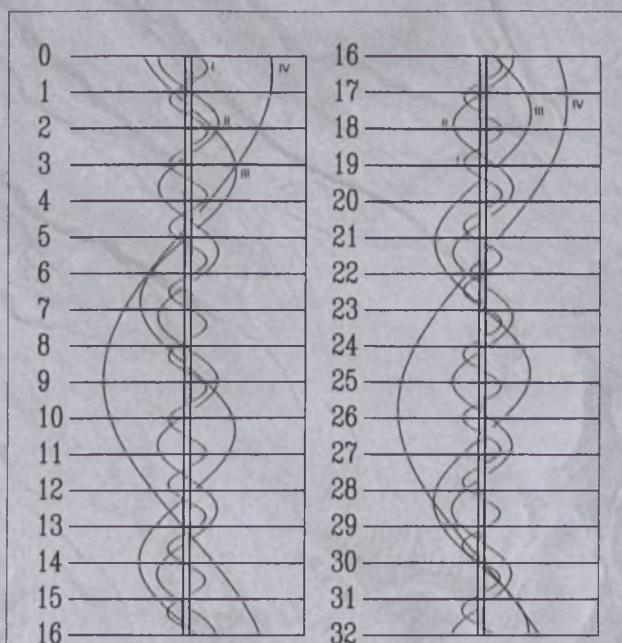
UWAGA: Momenty wszystkich zjawisk podane są w czasie uniwersalnym UT (Greenwich).

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.

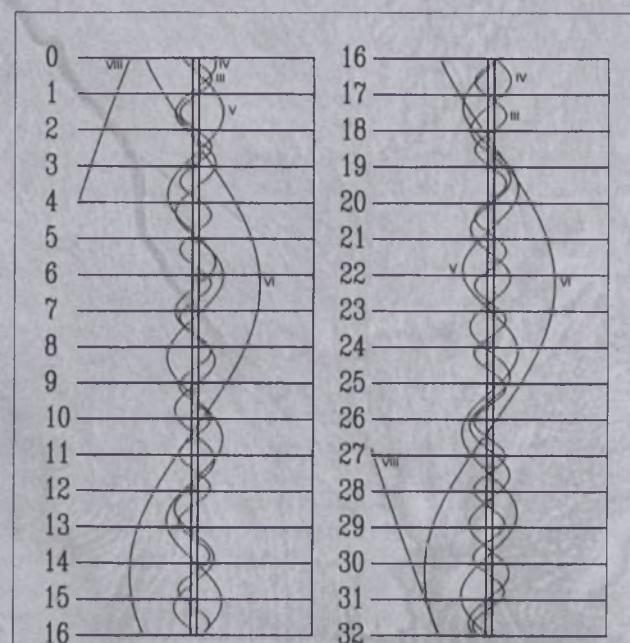
Momenty złączeń planet z Księżykiem podane są dla geocentrycznych złączeń w rektascensji. Momenty wzajemnych złączeń planet podane są dla maksymalnych zbliżeń. Podane są wszystkie złączenia, nie tylko widoczne w Polsce.

Podano jedynie te maksymalne elongacje Phobosa i Deimosa, które zachodzą w pobliżu górowania Marsa w Polsce.

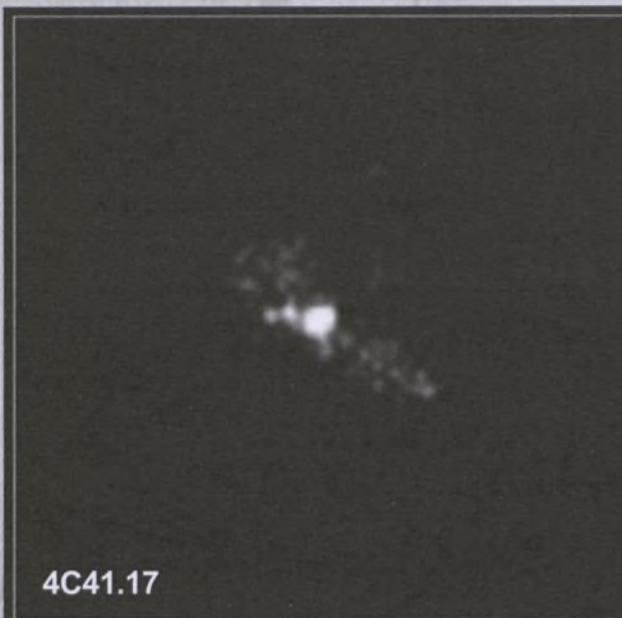
Opracował T. Ścieżor



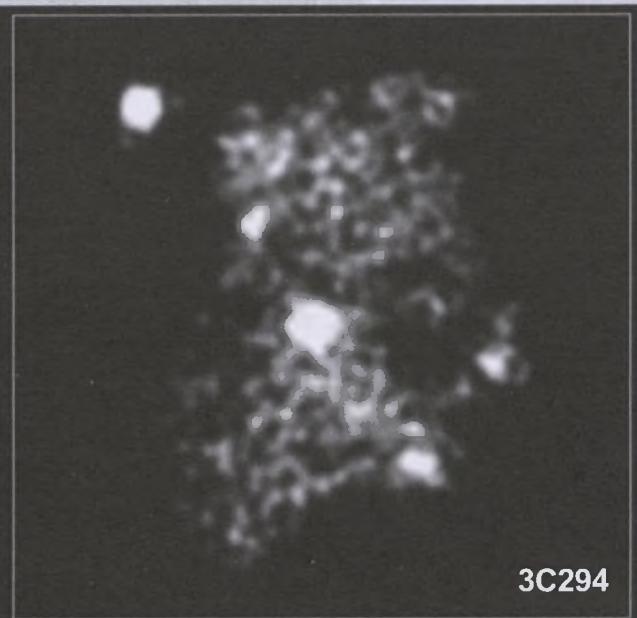
Rys. 11. Konfiguracja galileuszowych księżyców Jowisza w październiku 2003 (I – Io, II – Europa, III – Ganimedes, IV – Callisto). Przerwa w trasie księżyca oznacza przebywanie satelity w cieniu planety. Zachód na prawo od środkowego pasa (tarczy planety), wschód na lewo



Rys. 12. Konfiguracja pięciu najjaśniejszych księżyców Saturna w październiku 2003 (III – Tethys, IV – Dione, V – Rhea, VI – Tytan, VIII – Iapetus). Zachód na lewo od środkowego pasa (tarczy planety), wschód na prawo



4C41.17



3C294

Obrazy z satelity Chandra pokazują dwa masywne galaktyki okryte rozległą chmurą wysokoenergetycznych cząstek, które dowodzą wybuchowej przeszłości tych obiektów. W obu galaktykach dżety, widoczne na falach radiowych oraz X, pozwalają śledzić ową aktywność w głąb, aż do centralnie położonej supermasywnej czarnej dziury. Dżety ogrzewają gaz znajdujący się na zewnątrz galaktyki w obszarach o szerokości setek tysięcy lat świetlnych. Źródło: 4C41.17: NASA/CXC/Columbia/C.Scharf et al.; 3C294: NASA/CXC/IoA/A.Fabian et al.

Największy plac budowy we Wszechświecie

Satela Chandra obserwował dwa bardzo odległe „place budowy”, na których praca wre pełną parą. Place budowy to dwie galaktyki a ich obserwacje pokazują, w jaki sposób supermasywne czarne dziury kontrolują wzrost masy galaktyk w odległym Wszechświecie.

Chandra wykrył promieniowanie X pochodzące z rozległych chmur wysokoenergetycznych cząstek otaczających dwie galaktyki 3C294 oraz 4C41.17. Te energetyczne cząstki są pozostałością po wybuchach, które można śledzić poprzez dżety na falach X i na falach radiowych w głąb dwóch galaktyk aż do supermasywnych czarnych dziur ulokowanych w ich centrach. Galaktyki są oddalone od Ziemi o 10 mld (3C294) i 12 mld (4C41.17) lat świetlnych.

Prawdopodobnie jesteśmy świadkami energetycznej fazy, podczas której supermasywna czarna dziura przekazuje znaczną ilość energii do gazu otaczającego galaktykę. Te obserwacje mogą pomóc wyjaśnić właściwości dzisiejszych galaktyk, szczególnie tych, które tworzą wielkie gromady.

Z tych obserwacji wyłania się obraz wielkiego kosmicznego cyklu. Gęste obszary międzygalaktycznego gazu ochładzają się, tworząc kilkanaście mniejszych galaktyk, które następnie łączą się, tworząc większą galaktykę z supermasywną czarną dziurą. Galaktyka i jej

centralnie położona czarna dziura nadal wzrastają, aż energia wygenerowana przez dżety z najbliższego otoczenia aktywnej czarnej dziury zatrzyma spadek materii na nią. Miliony lat po ustąpieniu aktywności dżetów materia ponownie zacznie spadać na czarną dziurę i cykl rozpoczyna się na nowo.

Tak 3C294 jak i 4C41.17 znajdują się w obszarach przestrzeni zawierającej niezwykle dużą ilość galaktyk. Otaczające je gaz i galaktyki zapadną się grawitacyjnie, tworząc w ostateczności gromady galaktyk, czyli jedne z najbardziej masywnych obiektów we Wszechświecie. Choć 3C294 i 4C41.17 będą rosnąć do gigantycznych rozmiarów poprzez gromadzenie otaczającej materii, która formuje setki milionów gwiazd, ich wzrost nie będzie przebiegać w sposób niekontrolowany. Obserwacje Chandry mogą pomóc zrozumieć, w jaki sposób natura próbuje narzucić ograniczenia masy na najbardziej masywne galaktyki.

Gorąca wirująca materia wokół supermasywnych czarnych dziur w obu galaktykach wyrzuciła dżety wysokoenergetycznych cząstek, które po raz pierwszy zostały zidentyfikowane przez radioteleskopy. Dżety te, widziane również przez Chandrę, wymiotły chmury pyłu i gazu i pomogły rozpoczęć proces formowania miliardów nowych gwiazd. Pyłowe chmury nowo powstających gwiazd w 4C41.17 widziane w podczerwieni jawni się jako najbardziej energetyczne źródło promieniowania podczer-

wonego, jakie do tej pory zaobserwowa- no. Chmury osadzone są w jeszcze większych obłokach gazu.

W Obserwatorium Kecka obserwano większe obłoki, które mają temperaturę 10 000 stopni. Chmury te są pozostałością po okresie formowania galaktyk i pod nieobecność innych źródeł ciepła powinny być ochłodzić się gwałtownie, wypromieniowując swoją energię. A jednak obłoki są ciepłe. Ciepły gaz chmur odpowiada najbardziej rozległej emisji promieniowania X. Energii potrzebnej do podświetlenia obłoku mogły dostarczać wysokoenergetyczne cząstki lub promieniowanie.

Najwięcej promieniowania rentgenowskiego z 4C41.17 i 3C294 pochodzi ze zderzeń energetycznych elektronów z fotonami kosmicznego promieniowania tła, które zostały stworzone, gdy Wszechświat był młody i gorący. Ponieważ galaktyki są bardzo odległe od nas, ich obserwowane obecnie promieniowanie powstało, gdy Wszechświat był młodszy, a promieniowanie tła intensywniejsze. Ten efekt wzmacnia promieniowanie X i pomaga astronomom w studiowaniu bardzo odległych galaktyk.

Artykuły dotyczące przedstawionego odkrycia ukażą się w Monthly Notices of the Royal Astronomical Society (dot. galaktyki 3C294, główny autor Andrew Fabian) i The Astrophysical Journal (dot. galaktyki 4C41.17, główny autor Caleb Scharf).

Karolina Zawada

Muzyka początku Wszechświata

Czy narodzinom Wszechświata towarzyszyła muzyka? Przed próbą odpowiedzenia na to pytanie powinniśmy najpierw odpowiedzieć sobie na inne: Czy chodzi nam o harmonię, czy tylko o same dźwięki? W obu przypadkach sprawa wydaje się bardzo kontrowersyjna. W każdym bądź razie echa tego wydarzenia docierają do nas zawsze w postaci mikrofalowego promieniowania tła. Usłyszano je po raz pierwszy dopiero w latach sześćdziesiątych minionego wieku (Penzias, Wilson).

Jednak muzyka to nie same dźwięki. Muzykę tworzą emocje, a tych nie mogło brakować ludziom, w których świadomości rodził się nowy obraz Wszechświata: już nie tak dostojnego, statycznego, opiewanego wspomnianą ostatnio symfonią Holsta. Wraz ze zburzonym obrazem harmonicznego ładu i porządku statycznego Wszechświata znika swoisty gatunek muzyki klasycznej, ustępując miejscu nowym trendom. Czy można w klasycznej formie wyrazić coś, co określono mianem Big Bangu? Trzeba było uwolnienia się od tradycyjnych elementów, takich jak melodia i harmonia. Ich miejsce zajęła barwa, konsystencja i dynamika brzmień. Ważnym narzędziem stają się instrumenty perkusyjne, które nie służą już tylko do wybijania rytmu. W dziełach kompozytorów XX w. tworzywem muzycznym staje się szum. Notabene, w czasach mego dzieciństwa, wystarczyło włączyć odbiornik telewizyjny

ny uzbrojony w antenę naziemną, by usłyszeć (i zobaczyć!) szum z Kosmosu. Pamiętam, że w moim odbiorniku najbardziej szumiał jesienią, wtedy, gdy w kierunku anteny nadawczej znajdowało się centrum Drogi Mlecznej.

Mniej więcej w tym szamym czasie, gdy jednym z moich ulubionych zajęć było bawienie się anteną telewizora,

dźwiękach rodził się jednak ład i porządek, by ostatecznie zapanować nad całą strukturą utworu.

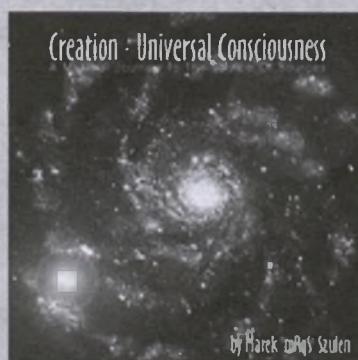
Tu może warto jeszcze dodać, że skomponowana w 1970 r. „Kosmogonia” Krzysztofa Pendereckiego składa się z dwóch części: *Arche* (początek, geneza) i *Apeiron* (bezkres, nieskończoność). Pierwsza, oparta na cytatach z Biblii, Lukrecjusza, Kopernika i Mikołaja z Kluzy, opiewa strukturę Wszechświata. Druga, wykorzystująca cytaty z Sofoklesa, Owidiusza, Lukrecjusza, Leonarda da Vinci (sic!), Giordana Bruna, Gagarina i Glenna, opiewa geniusz człowieka poznającego i opanowującego Kosmos.

Ostatnio miałem przyjemność usłyszeć najnowszą płytę młodego twórcy muzyki elektronicznej Marka ‘mRqS’ Szulena „Creation – Universal Consciousness” z podtytułem „A musical Journey To The Source Of Sources”. Emocje poszukiwania sensu Stworzenia trwają...

Jacek Drążkowski



poznałem „Kosmogonię” Krzysztofa Pendereckiego oraz jego „Wymiary czasu i ciszy”. Mój starszy brat przyniósł do domu tę płytę wraz z kilkoma innymi, rockowymi. Pośród nich znajdował się album grupy Pink Floyd „Atom Heart Mother” (1970 r.). Zarówno w muzyce Pendereckiego, jak i Pink Floydów było coś fascynującego, co wręcz porażało mój młody umysł. To kakofonia dźwięków, patos, łamane linie melodii, głębokie tajemnicze szmery i potężne kulminacje powodujące dreszcz emocji. Ale w tych niesamowitych, przebogatych kolorystycznie, ekspresyjnych



INFORMACJE O PRENUMERACIE URANII-PA

Prenumerata na rok 2003 (6 zeszytów) kosztuje 54 zł (zagraniczna 70 zł). Cena pojedynczego zeszytu 10 zł. Wpłaty prosimy kierować na konto:

Polskie Towarzystwo Astronomiczne
BIG Bank Gdańsk S.A. o/Toruń
Nr 44 116022020000000055305241

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

Karolina Wojtkowska
Centrum Astronomii UMK
ul. Gagarina 11, 87-100 Toruń

E-mail: urania@astri.uni.torun.pl
tel/fax (0-56) 611 30 14 / 611 30 08

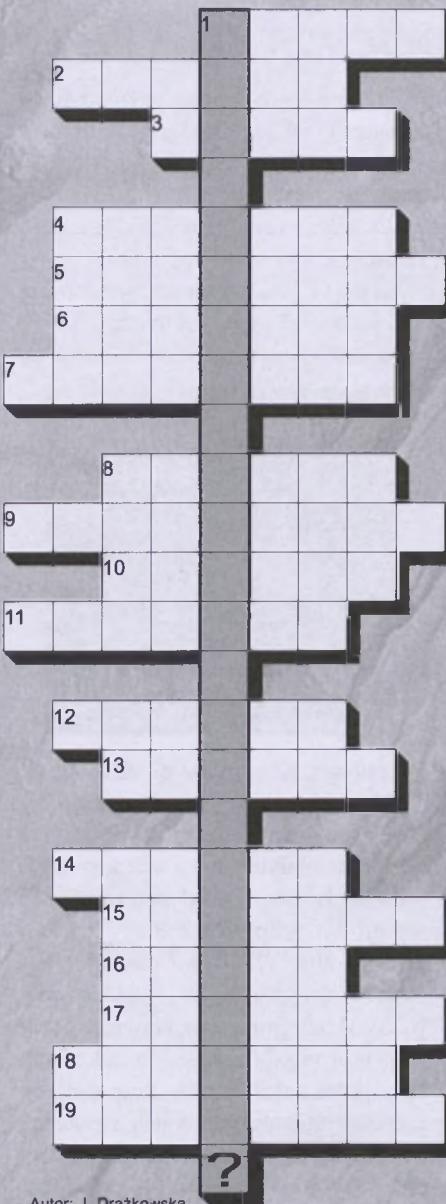


relaks z Uranią

Rozwiązyaniem krzyżówki z „Uranii-PA” nr 2/2003 jest hasło: „MUZYKA SFER NIEBIESKICH”.

Nagrody w postaci płyt kompaktowych z polską muzyką elektroniczną, ufundowanych przez sklep internetowy „Generator”, wylosowali: **Dawid Kopczyński** z Piły, **Jerzy Strzałkowski** z Bydgoszczy oraz **Tadeusz/Hanna Michalska** z Rudy Śląskiej. Gratulujemy. Nagrody wyślemy pocztą.

- 1 Jasna planetoida w październiku
- 2 PSS J2322+1944
- 3 Jeden z księżyców Saturna
- 4 Siedem Sióstr
- 5 Mgławica podejrzana o bycie najzimniejszym miejscem Wszechświata
- 6 Zatoka, w której zorze nazywano „światłem północy”
- 7 Planetoida towarzysząca Ziemi
- 8 Księżycowy lider w Układzie Słonecznym
- 9 Inaczej Giacobinidy
- 10 Reguła Titiusa-...
- 11 Znajduje się w nim Bumerang
- 12 Wysoka lub niska Księżyca
- 13 Pismo miłośników astronomii z ponad 80-letnią tradycją
- 14 Jeden z satelitów Marsa
- 15 Jeden z jowiszowych księżyców wewnętrznych
- 16 Nas interesuje polarna
- 17 Przypadła mu zasługa wyjaśnienia „światła popielatego”
- 18 Niedługo zderzy się z Jowiszem
- 19 Satelita obserwujący w zakresie gamma



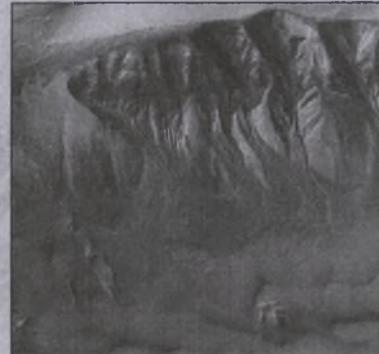
Autor: J. Drążkowska

Krzyżówka z hasłem

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

Na życzenie Czytelników od tego numeru podajemy wszystkie słowa stanowiące klucz do odnalezienia hasła:

1. Banachiewicz; 2. Orion; 3. Kopernik;
4. Akrecyjne; 5. Pegazydy; 6. Phobos;
7. Van Gogh; 8. Goldstone; 9. Egzosfera;
10. Chandra; 11. Utah; 12. Verne;
13. Mleczna; 14. Clementine; 15. Słońce.



GENERATOR

skr. poczt. 151
05-080 Izabelin
www.generator.pl

Największy w kraju wybór płyt z muzyką elektroniczną

Ciekawe strony internetowe...

IMO The International Meteor Organization

This is the main page of the IMO homepage. If it is too busy, please, try the mirror site at www.imo-meteor.org/mirror/index.html. The web-page of the mirror is kindly provided by the American Meteor Society.

Introduction

The International Meteor Organization (IMO) was founded in 1961 and has more than 130 members now. IMO was created in response to an ever growing need for international cooperation of meteor amateur world. The reference of meteors observed by visual methods from all around the world makes the comprehensive study of meteor showers and their relation to comets and interplanetary dust. Click here to read about the history, current state and components of IMO. An additional page informs you about becoming a member of the International Meteor Organization.

If recent changes in these pages, please refer to the [list of updates](#). Both observing sections include the current update list.

Observing Methods

- Visual Meteor Observations
- Radiometric Meteor Observations
- Video Observations
- Radio Observations
- Radar Observations
- Radio-Video

The Leonid Meteor Shower

Global analysis

Observational results

- Last information about meteor shower activity
- Last Perseids, June Beads, etc. - August 2000
- Official analysis of meteor showers with Argentina, June Beads, Perseids, Leonids, Orionids
- The Royal Meteorological Office (UKMO) 1984-1999
- VSDAT - All detail analysis of visual observations
- Meteoroid Orbit from Video Observations

Conferences

International Meteor Conference 2001

Software

Results of 1292 - 1293 - 2000 - 400 - 2001

Instrumental Observations

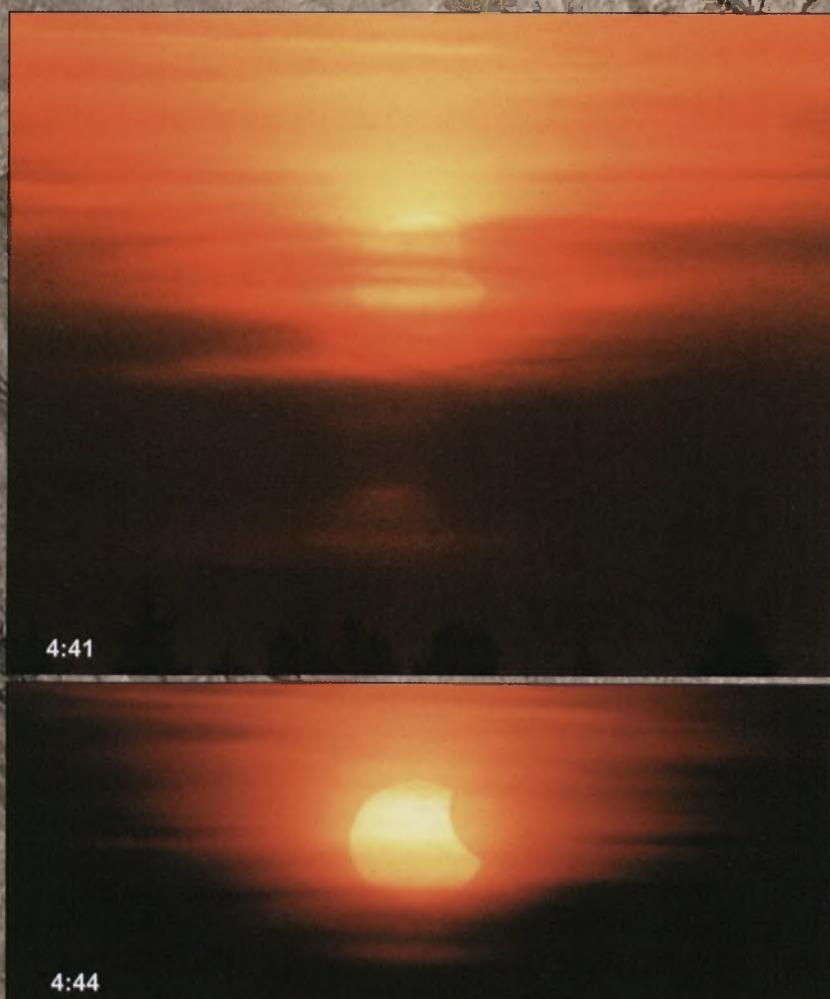
Dzisiaj zajrzymy na stronę międzynarodowej organizacji „łowów meteorów” — The International Meteor Organization. Możemy ją znaleźć pod adresem: <http://www.imo.net/>. Kolejny raz pod zgrzebną szatą graficzną kryją się odnośniki do bardzo obszernych i praktycznych materiałów. Szczególnie są omówione m.in. metody obserwacji wizualnych, teleskopowych, fotograficznych, video a nawet radiowych — te ostatnie korzystają z nadajników naziemnych stacji radiowych.

Możemy dotrzeć do ostatnich wyników obserwacji amatorskich czy do użytecznego oprogramowania. Mnóstwo odnośników do poszczególnych członków organizacji, jak i stron związanych z tematem, dostarczają materiału, którego nie da się ogarnąć przy pierwszym kontakcie z witryną. (rs)

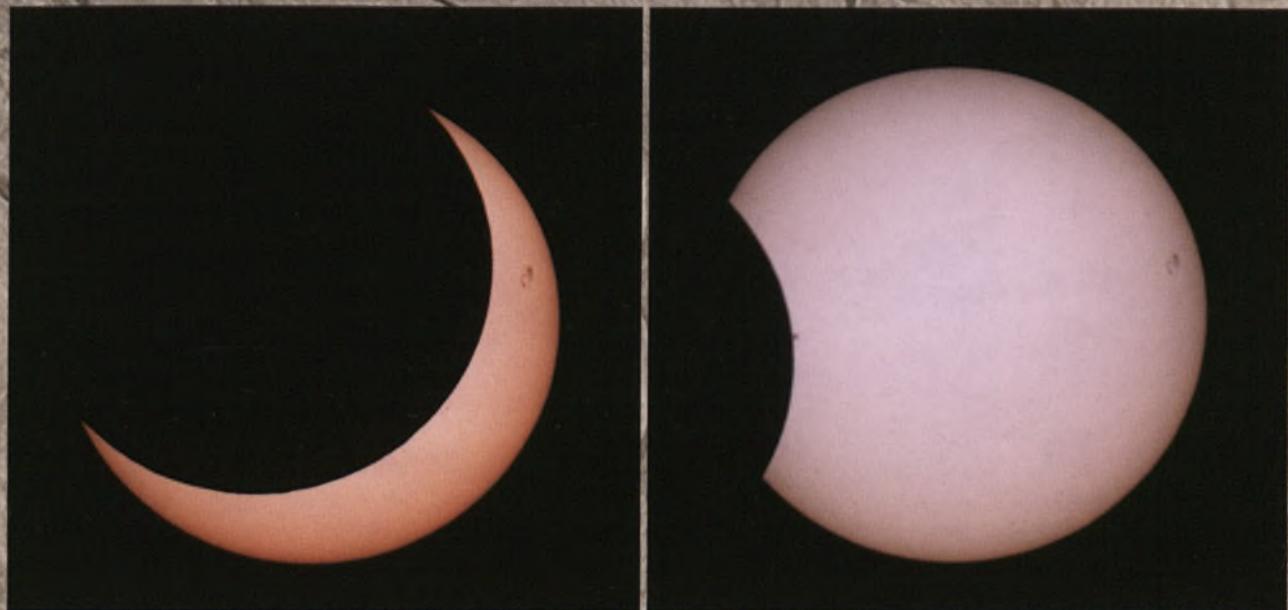
Czy obserwacje astronomiczne są możliwe w wielkim mieście? W przypadku jasnych obiektów i zjawisk — tak. Czy te obserwacje mogą być ekscytujące? Jak najbardziej. Niech świadczy o tym poniższy fragment listu przesyłanego przez Mariusza Wutkowskiego z Gdańska. Obok prezentujemy jego zdjęcia majowego zaćmienia Słońca.

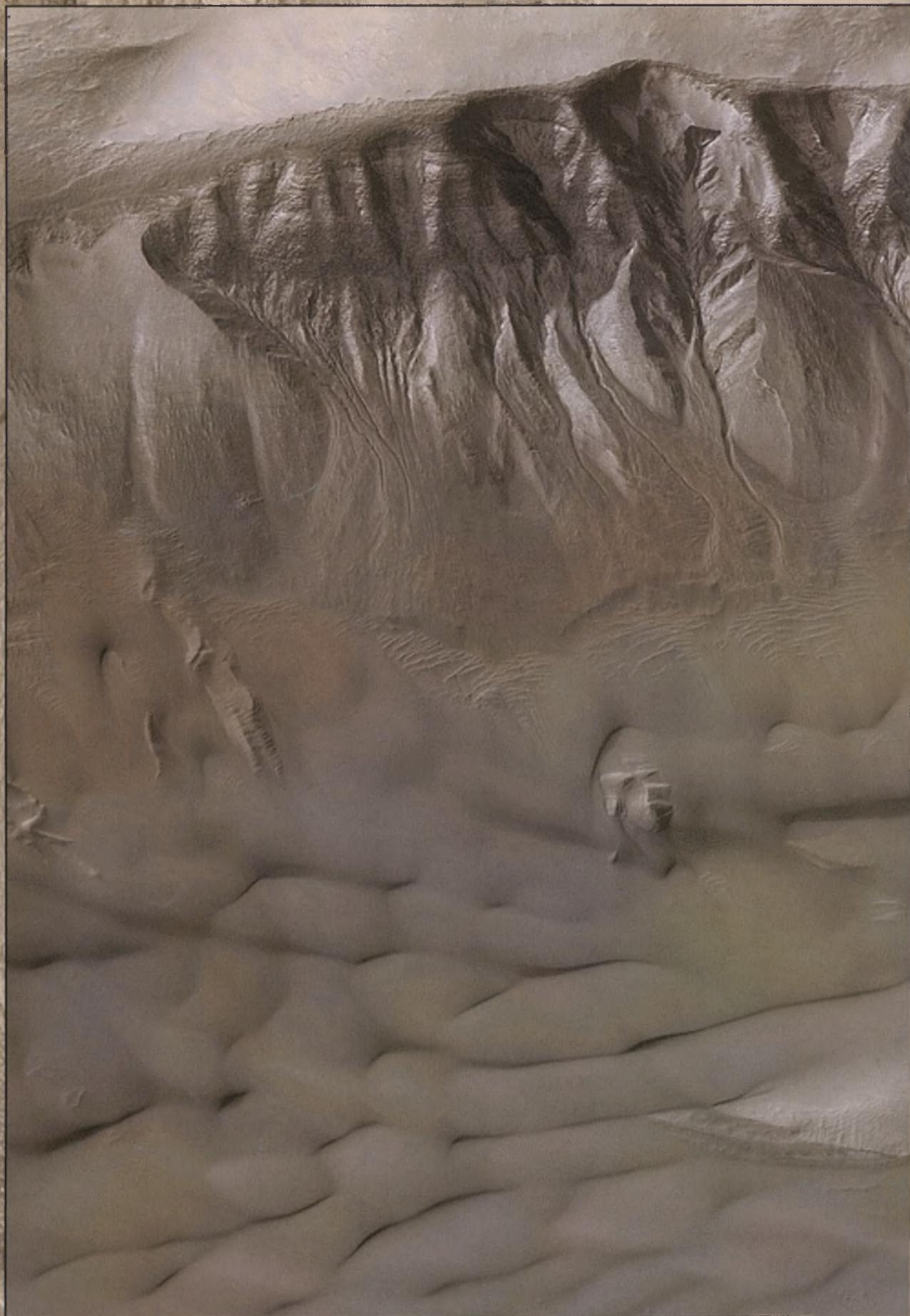
Czwarta rano. Pobudka. Zbieramy sprzęt i wjeżdżamy windą na ostatnie piętro sąsiadniego bloku. Nad horyzontem zorza świtu i ładny słup świetlny wskazujący miejsce wschodu Słońca. Wpół do piątej pierwszy kontakt. Słońce już wzeszło, lecz ławica cirrusów zasłania go całkowicie. Dopiero 4 min później coś widać. Robimy pierwszą fotkę [...] Kilkanaście minut przed piątą — Słońce już mocno wygryzione przez Księżyc, a tu jak na złość gęsty altocumulus zasłania właśnie tę część nieba, gdzie będzie maksymalna faza. Wracamy do domu. Kwadrans po piątej robi się ciemno, a na niebie, wysoko nad południowo-wschodnim horyzontem widać ciemniejszą plamę rozlewającą się na zachód. To do górnych warstw atmosfery zbliża się stożek księżycowego cienia. [...] O wpół do szóstej faza maksymalna: jest ciemno jak przed wschodem Słońca, chociaż świeci już ono kilka stopni nad horyzontem. Niestety, wspomniany altocumulus robi swoje, zasłaniając Słońce niemal całkowicie. Po kilku minutach południowe niebo jaśnieje. Cień Księżyca pognął nad Islandię. Znowu jest jasno ...

Galeria Uranii



Franciszek Chodorowski fotografował zaćmione Słońce za pomocą obiektywu MTO-11CA z telekonwerterem ×2 i filtrem słonecznym foliowym. Czasy ekspozycji 1/15 i 1/30 s. Godz. 5:27 CSE (maksymalna faza zaćmienia) i 6:12 CSE (odsłonięta druga dosyć wyraźna grupa plam słonecznych)





Drugi z kraterów uderzeniowych (zob. I strona okładki) Basenu Newtona, na Morzu Syren ($42,4^{\circ}$ S, $158,2^{\circ}$ W). Na ścianie krateru widać płaty zimowego szronu, a na jego dnie ciemniejsze, piaszczyste wydmy. Fot. Malin Space Science Systems, MGS, JPL, NASA.

Urania

5/2003 (707)

tom LXXIV

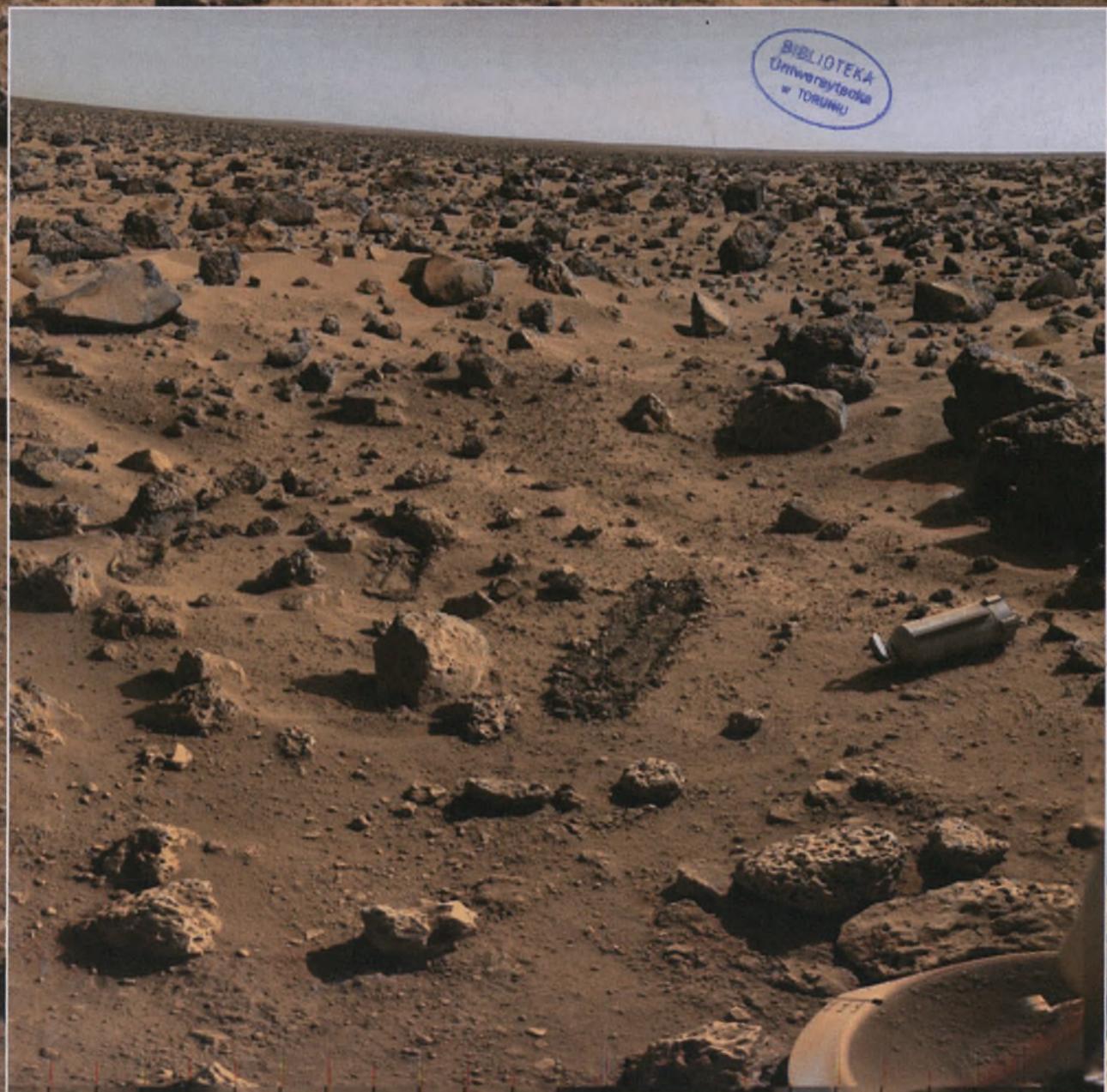
wrzesień—październik

POSTĘPY ASTRONOMII

- Wszechświat molekuł
- SWIFT na tropie rozbłysków gamma
- Poszukiwanie gwiazd zmiennych w Piwnicach
- Mars jak na dłoni

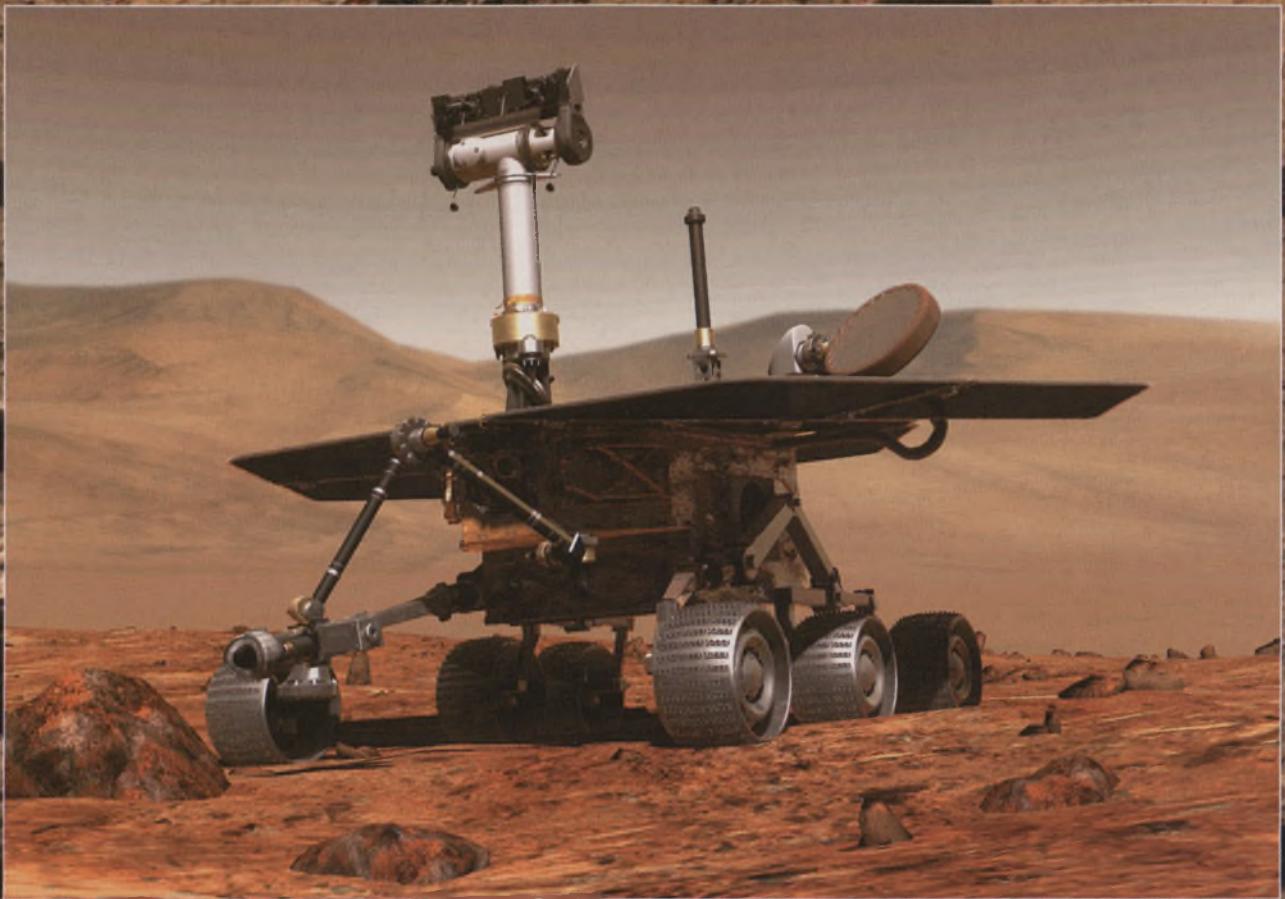


BIBLIOTEKA
Uniwersytecka
w TORUNIU





Wiosna na północnej półkuli Marsa. Czapa polarna ze zmrózonego dwutlenku węgla zaczyna już sublimować, zaś różnice temperatur pomiędzy zimnym obszarem biegunowym a rozgrzaną powierzchnią w niższych szerokościach sprzyjają powstawaniu pyłowych burz (oznakami tych procesów są białawe poświaty na zdjęciu). Fot. MSSS, JPL, NASA



Jeżeli wszystko odbędzie się zgodnie z planem, dwa takie pojazdy wysłane przez NASA będą badały powierzchnię Marsa w styczniu 2004 r. Każdy z nich może przejechać dziennie dystans około 100 m, zaś ich misja jest planowana na 90 dni.

Rys. Maas Digital, JPL, NASA

Wielce Szanowni i Drodzy Czytelnicy,

49

Mars jest niewątpliwie medialną „gwiazdą” tego lata. W czasie jego sierpniowej Wielkiej Opozycji, według niektórych obliczeń, będzie najbliż Ziemi od przeszło 60 tys. lat — „tylko” w odległości 55,76 mln km. Skoro będziemy tak blisko Marsa, to i jego tarcza na niebie będzie największa od tysięcy lat i tysiące obserwatorów z Ziemi będzie mogło osobiste lepiej przyjrzeć się jego powierzchni. Może nawet odkryć powstawanie burz piaskowych, rozbłysków, obserwować zmiany w rejonach czasz polarnych i innych obszarach Czerwonej Planety? Astronomowie zawodowi też z zaciekawieniem oczekują na rezultaty, jakie dostarczą stacje kosmiczne i lądowniki znajdujące się obecnie w drodze do Marsa. Może przyniosą jakieś przełomowe odkrycia? Może dostarczą niezbitych dowodów istnienia wody i jakiegoś życia na tej planecie? Warto skorzystać z tegoroczej okazji, bo następne podobnie bliskie spotkanie Ziemi z Marsem będzie 28 sierpnia 2287 r.



Od szeregu lat krążą wokół Marsa dwie stacje kosmiczne: Mars Global Surveyor i Mars Orbiter. Niektóre ze zdjęć przez nie uzyskane prezentowaliśmy w poprzednim numerze „Uranii”. W bieżącym zeszycie chcemy pokazać naszym Czytelnikom „Marsa jak na dloni” poprzez wybór obrazów niektórych rejonów powierzchni Czerwonej Planety, głównie uzyskanych przez sondę MGS.

Sierpień to tradycyjnie miesiąc meteorów — spadają z nieba Perseidy. W tym roku nastąpiła niekorzystna dla obserwacji Perseidów koincydencja: Księżyc był w pełni w okresie największej aktywności tego roju i jego blask tak rozświetlał niebo, że trudno było widzieć spadające gwiazdy. Niemniej jednak, w bieżącym zeszycie dużo piszemy o meteorytach i ich rojach. Arkadiusz Olech z Warszawy szeroko omawia nowe odkrycia w tej dziedzinie, a Eugeniusz Graczyk z Łodzi opowiada o swoich długoletnich doświadczeniach obserwacyjnych i nieznanych zainteresowaniach tym zagadnieniem Ary Sternfelda, dzisiaj patrona Obserwatorium i Planetarium w Łodzi.

Niedawno odkryte wybuby promieniowania gamma i inne tzw. wysokoenergetyczne zjawiska w Kosmosie są przedmiotem wielkiego zainteresowania astronomów. Ostatnio astronomowie polscy, Andrzej Zdziarski i Marek Gierliński, dokonali ważnego odkrycia w tej dziedzinie — piszemy o tym na s. 217. Przygotowywany jest też za parę miesięcy start nowego satelity mającego na celu kompleksowe obserwacje tych zjawisk. Pisze o tym projekcie Magdalena Siemieniako z Torunia w artykule „SWIFT na tropie rozbłysków gamma”.

Jak bardzo użyteczną astronomię można uprawiać nawet bardzo niewielkimi instrumentami, pokazuje artykuł Agaty Karskiej i Gracjana Maciejewskiego z Torunia. Przy pomocy obiektywu od niemodnego już aparatu fotograficznego Zenit i prostej kamery CCD obserwują gwiazdy do 13 wielkości gwiazdowej i odkrywają nowe gwiazdy zmienne. To fascynujące! Agata otrzymała za tę pracę specjalną nagrodę na tegorocznym Ogólnopolskim Młodzieżowym Seminarium Astronomicznym (OMSA) w Grudziądzu.

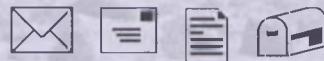
Okolo 0,5% materii Wszechświata występuje w związkach paro- lub wieloatomowych. W tym ośrodku, zajmującym głównie przestrzeń międzygwiazdową, przebiegają interesujące procesy chemiczne i tworzą się nowe generacje gwiazd. O tej materii, w otwierającym ten zeszyt artykule pt. „Wszechświat molekuł” piszą Magdalena i Bogdan Wszolkowie z Częstochowy.

Niedawno zakończyliśmy przegląd mgławic katalogu Messiera. W bieżącym zeszycie otwieramy jak gdyby naturalny dalszy ciąg: przegląd dostępnych dla miłośników astronomii mgławic katalogu NGC. Kontynuujemy też w „Poradniku obserwatora” opis zastosowań astronomicznych aparatów cyfrowych. A „Kalendarzyk astronomiczny”, jak zawsze za dwa miesiące, będzie niezbędnym przewodnikiem dla każdego miłośnika gwiazdzistego nieba.

W drugim tygodniu września odbędzie się w Toruniu Zjazd Polskiego Towarzystwa Astronomicznego. Będą znakomici goście, piękna wystawa z ESO z modelem planowanego 100 m teleskopu optycznego i radioteleskopu ALMA, będzie medal pamiątkowy utworzonej 80 lat temu w Toruniu organizacji polskich astronomów zawodowych. A może ktoś z Państwa wybierze się do Torunia, by spotkać niezwykłych ludzi, posłuchać ciekawych referatów, zobaczyć niezwykłą wystawę i uczestniczyć w specjalnym pokazie w Planetarium? Goście będą mile widziani.

Życzę Państwu interesującej lektury, a młodzieży dobrego początku nowego roku szkolnego i akademickiego.

Toruń, w sierpniu 2003 r.



Szanowny Panie Profesorze!

Chciałbym dodać kilka uwag do opracowania prac Wiegerta i innych opisanych przez p. Kubala w „Uranii-PA” 4/2003 w dziale „rozmaitsci” dotyczącego planetoid towarzyszących Ziemi.

Takich planetoid można znaleźć więcej. Całkując odpowiednie równania ruchu znanych do tego czasu planetoid oraz wszystkich planet Układu Słonecznego, znalazłem, oprócz wspomnianych w artykule planetoid 3753 Cruithne i 2002 AA29, trzy planetoidy: 10563 Izhdubar, 1998 UP1 i 2000 WN10. Wszystkie one pozostają chwilowo, w okresie rzędu kilkunastu tys. lat, w rezonansie w ruchu średnim 1:1 z Ziemią (ich okresy obiegu wokół Słońca są w przybliżeniu takie same jak Ziemi). Po tym okresie, w wyniku oddziaływań grawitacyjnych planet wewnętrznych, ale i też zewnętrznych(!), poważny rezonans ulega załamaniu i ruch planetoid jest już nieco inny. Na rys. 6 w artykule p. Kubala pokazano dwie pętle roczne planetoidy 3756 Cruithne. To, że ruch planetoidy w pętli rocznej odbywa się tak, jak pokazano na rysunku, jest oczywiście zgodne z prawami Keplera. Gdy planetoida znajduje się bliżej Słońca, jej ruch jest szybszy od tego, gdy znajduje się dalej i dlatego planetoida na rysunku przemieszcza się w prawo. Natomiast pokazana pętla roczna przesuwa się w lewo, gdyż w tym czasie średni okres obiegu planetoidy wokół Słońca jest nieco mniejszy niż Ziemia. Okazuje się, że po okresie równym połowie pełnego cyklu 770 lat, gdy orbita planetoidy na rysunku przemieszcza się w lewo, następuje sytuacja odwrotna. Orbita planetoidy jakby odbija się w pobliżu Ziemi i wraca. Jest to związane ze

zwiększeniem wartości średniej półosi planetoidy, a co za tym idzie, ze zwiększeniem okresu obiegu planetoidy wokół Słońca. W tym miejscu zwrócić uwagę na możliwość zderzenia planetoidy z Ziemią! Ale to już osobna historia.

Pamiętajmy, że przedstawiony ruch planetoidy jest w układzie związanym z Ziemią. Planetoida nie obraca się w rzeczywistości wokół jakiegoś wyimaginowanego punktu w przestrzeni, ale wokół Słońca! Ciekawostką jest fakt, że gdybyśmy usunęli na chwilę z naszego Układu Słonecznego Ziemię, pozostawiając inne planety, to w okresie seku czy nawet tysięcy lat ruch planetoidy nie ulegnie znaczącym zmianom! Będziemy obserwować taki sam efekt, jak na wspomnianym rys. 6.

Podobne obliczenia przeprowadziłem dla planetoid w rezonansie w ruchu średnim 1:1 z Marsem. Znalazłem aż 12 planetoid związanych z Marsem, których ruch jest podobny jakościowo do tego opisanego dla Cruithne i pozostałych.

Są to m. in. planetoidy 1998 LE i 2001 VG75.

Orbita tych wszystkich planetoid dotyczy z jednej strony orbity Merkurego, a z drugiej przeciwną orbitę Marsa.

Warto zwrócić uwagę, że planetoidy poruszające się w omawianym obszarze planet grupy ziemskiej podlegają ich silnym oddziaływaniom grawitacyjnym, w wyniku czego ruch tych planetoid odbywa się po orbitach nieregularnych, jest chaotyczny, nieprzewidywalny w długich okresach (pisalem o tym w „Uranii-PA” 4/2002), a mimo to, jak widać, znaleziono takie planetoidy, które poruszają się po pięknych, regularnych orbitach. Ewolucje

Logo PTA

Na konkurs na logo PTA wpłynęło 9 prac. Ich poziom artystyczny i opracowanie techniczne były bardzo zróżnicowane — od amatorskich szkiców do projektów w pełni profesjonalnych.

Komisji Konkursowej, w skład której wchodzili artyści-plastycy i graficy z Wydziału Sztuk Pięknych Uniwersytetu Mikołaja Kopernika oraz astronomowie, żaden z projektów nie przypadł do gustu.

W konkluzji zaproponowano, aby Zarząd PTA podjął rozmowy na temat logo z wybranymi projektodawcami.

Red.

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 cen.

Zapraszamy na nasze łamy!

Przypominamy:

Zjazd Polskiego Towarzystwa Astronomicznego w Toruniu 8-12 września 2003 r.

Planowane Sesje Naukowe poświęcone będą teleskopowi SALT, astrofizyce wysokich energii, astrobiologii i współpracy europejskiej w astronomii.

Szczegółowy program Zjazdu na stronach internetowych PTA: <http://www.pta.edu.pl>

Tam też formularz zgłoszeniowy.

Kontakt: LKO Zjazdu PTA, Centrum Astronomii UMK, Gagarina 11, 87-100 TORUN;

elektronicznie: zjazd@astri.uni.torun.pl

orbit tych planetoid można ładnie zaprezentować poprzez animacje komputerowe, co przedstawiłem m. in. na seminariu w Zakładzie Mechaniki Nieba w Centrum Badan Kosmicznych PAN w Warszawie oraz dla pracowników, jak również dla szerokiej publiczności, w Planetarium w Olsztynie w ramach organizowanych tam regularnie seminariów astronomicznych.

Serdecznie pozdrawiam,
Ireneusz Włodarczyk
Chorzów

* * *

Szanowna Redakcjo!

Z zainteresowaniem i przyjemnością przeczytałem bardzo interesujący artykuł prof. J. Sikorskiego O problemie odległości w kosmologii („Urania-PA” 4/2003) i w związku z tym ośmieniam się zaproponować rozważenie wprowadzenia stałego dodatku kosmologicznego do „Uranii-PA”.

Wasze pismo i jego szata graficzna są coraz ciekawsze i bardziej interesujące, ale rzadko

„goszczą” w artykułach wzory matematyczne.

Z poważaniem

Jerzy Garus
Rozniatów

Sprzedam:

- głowicę z elektrycznym prowadzeniem do „Uniwersa 8”, tel. (044) 647-48-30.

- 160 egzemplarzy „Uranii” z lat 1950-1980. Cena jednego egzemplarza wynosi 5 zł, a wszystkich 700 zł.

Zainteresowanych proszę o kontakt telefoniczny: (017) 856-85-90

- teleskop systemu Newtona Ø25 mm, f = 1500 mm, na montażu Dobsona, w wyposażeniu: okulary Celestron 25 mm i 10 mm + barlow 2x. Bogaty sprzęt dodatkowy (m.in. Zenit 12 XP, filtr Mylar). Cena 3800 zł.

Janusz Magda, tel. (017) 744-53-66

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: 2000 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@astronomy.uni.torun.pl

Adres WWW:

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

Druk:

Zakład Poligraficzno-Wydawniczy
POZKAL, Inowrocław

Dystrybucja:

Karolina Wojtkowska, CA UMK,
ul. Gagarina 11, 87-100 TORUŃ
tel. (0-56) 611 30 14
E-mail: urania@astronomy.uni.torun.pl

Prenumerata w roku 2003 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 sierpniu 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

196 Wszechświat molekuł

Magdalena Wszołek, Bogdan Wszołek

Zaledwie 0,5% materii Kosmosu występuje w postaci molekularnej, ale jest to nienormatywnie ważny składnik galaktyk. Związki jedno- i wieloatomowe występują głównie w postaci międzygwiazdowych chmur pyłowo-molekularnych, a w tym ośrodku rodzą się przecież nowe generacje gwiazd. O problemach i rezultatach badań tego ośrodka opowiadają nam Autorzy.

202 SWIFT na tropie rozbłysków gamma

Magdalena Siemieniako

Angielskie słowo *swift* znaczy szybki, chwyty, zwinnego, ale też jest nazwą ptaszka – jerzyka. I satelita ten, jak jerzyk, szybko i zwinnie ma obserwować rozbłyski gamma, chwytając je, jak ten ptak łapie w locie owady. Na pokładzie Swifta – satelity znajdująca się będą 3 teleskopy o nazwach: BAT, XRT i UVOT. Bliższe dane o tych instrumentach znajdziecie Państwo w tym artykule.

206 Poszukiwanie gwiazd zmiennych w Piwnicach

Agata Karska, Gracjan Maciejewski

Od ponad roku w Obserwatorium w Piwnicach realizuje się projekt obserwacyjny, którego głównym celem jest poszukiwanie gwiazd zmiennych. Do dnia dzisiejszego było monitorowanych ponad 12 tys. gwiazd północnej półkuli nieba, spośród których 16 okazało się nie znanymi dotąd zmiennymi. Do analizy danych opracowano przyjazne w obsłudze oprogramowanie, które zostało udostępnione na stronach internetowych projektu.

210 Mars jak na dłoni

Krzysztof Rochowicz

Tegoroczną Wielką Opozycję Marsa spowodowała wielkie zainteresowanie tą planetą. Pędząc do niej stacje kosmiczne, które mają badać różne obszary jej powierzchni, ale też od szeregu lat Czerwona Planeta jest fotografowana z bliska przez 2 aparaty: Mars Global Surveyor i Mars Orbiter. Tu przedstawiamy Państwu kilka spośród tysięcy obrazów uzyskanych przez te instrumenty.

w kolorze: Powierzchnia Marsa (okł. II, wkl. II-III, okł. IV); Galeria Uranii (wkl. I, wkl. IV, okł. III)

rozmaitości: Kosmiczni włóczęńcy (214); XMM-Newton zmierzył pole magnetyczne umarłej gwiazdy (214); Teleskop Hubble'a śledzi ciemną materię w gromadzie galaktyk (215); Dymiące supernowe (216); Niezwykłe wybuchy z czarnej dziury Cygnus X-1 (217); 1000 dni na orbicie (217); Warstwa ozonowa w remoncie (223); Nowa kamera CCD w Obserwatorium Palomarskim (223); Ary Sternfeld dobrze i mniej znany (224)

w kraju: Astronomia dla studentów Akademii Technicznych (219); OZMA 2003 (225)

218 poradnik obserwatora: Aparat cyfrowy w astrofotografii (cz. V – format zapisu zdjęć (TIFF czy JPG?))

220 galeria obiektów NGC: NGC 185; NGC 147; NGC 40

226 P.T. Miłośnicy Astronomii obserwują: Co nowego w świecie rojów meteoriów?

231 kalendarz astronomiczny 2003: listopad – grudzień

238 recenzje: Astronomia – przewodnik po Wszechświecie

239 astronomia i muzyka: Muzyka pod sztucznym niebem

240 relaks z Uranią: krzyżówka

240 ciekawe strony internetowe

NA OKŁADCE

Taki krajobraz równiny Utopia roztańcał się wokół lądownika Viking 2, który dotarł na powierzchnię Marsa w sierpniu 1976 r. W prawym dolnym rogu widoczny jest fragment samego lądownika, zaś w środkowej części zdjęcia – zużyty pojemnik oraz ślady wyżłobione przez ramię wysięgnika pobierającego próbki gruntu.

Fot. The Viking Project, NASA

Wszechświat molekuł

Materia we Wszechświecie raczej niechętnie występuje w postaci molekularnej. Ocenia się, że zaledwie 0,5% jego materii tworzą różnego rodzaju molekuły. Ich zdecydowana większość występuje w fazie gazowej wewnętrz obłoków międzygwiazdowych.

Powstawanie i ewolucja molekularnej składowej materii, a także rola, jaką molekuły odgrywają w ogólnej ewolucji materii we Wszechświecie, są przedmiotem dociekan astrochemii, zupełnie jeszcze młodej dziedziny astronomii

Srodowisko międzygwiazdowe galaktyk jest bardzo zróżnicowane tak fizycznie, jak i chemicznie. Są obszary o temperaturach rzędu 10^6 K i takie, w których temperatura materii spada poniżej 10 K. Średnia gęstość materii w ośrodku międzygwiazdowym naszej Galaktyki jest oceniana na około 1 atom wodoru (H) w 1 cm^3 (powietrze, które wdychamy na Ziemi, zawiera w każdym cm^3 około $2,7 \times 10^{19}$ molekuł — głównie N₂ i O₂), ale są obszary o gęstościach tysiące i miliony razy wyższych. Na przykład procesy formowania się nowych gwiazd zachodzą przy gęstościach powyżej 10^3 H cm⁻³, a powstawaniu planet towarzyszą gęstości gazu rzędu 10^{12} H cm⁻³. Procesy ewolucyjne gwiazd ciągle wzbogacają materię międzygwiazдовą w pierwiastki cięższe od wodoru oraz powodują jej mieszanie i grzanie. Obszary podwyższonych gęstości i urozmaiconego składu pierwiastkowego są szczególnie bogate w reakcje chemiczne prowadzące do powstawania nowych molekuł.

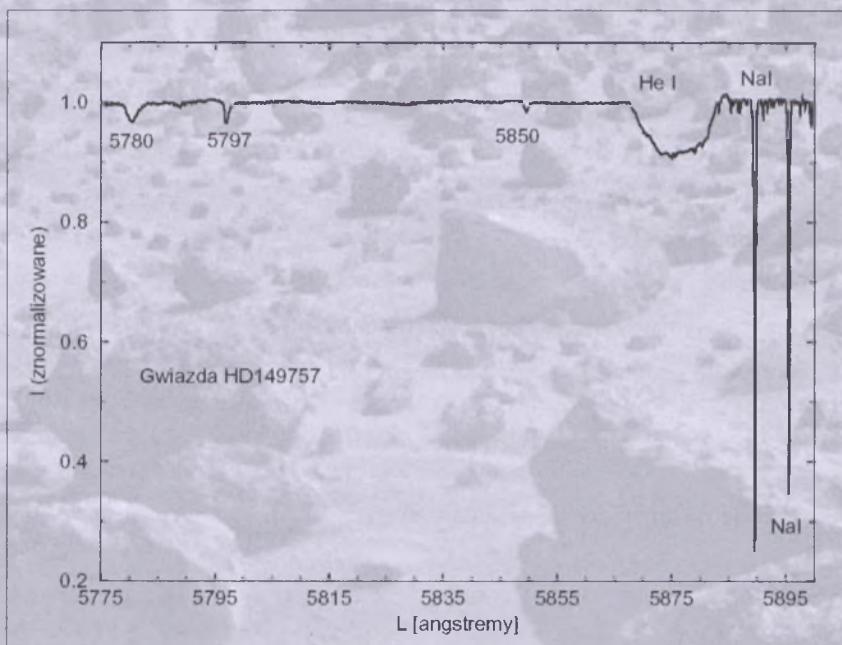
Molekuły międzygwiazdowe zdają swoją obecność dzięki emisji i absorpcji fotonów promieniowania elektromagnetycznego. Przejścia elektronowe molekuł odbywają się przeważnie w obszarze światła widzialnego i w ultrafiolecie, przejścia vibracyjne zachodzą zazwyczaj w zakresie podczerwieni, a przejścia rotacyjne na falach radiowych. Zaobserwowanie linii molekularnych w emisji i w absorpcji pozwoliło zidentyfikować wiele częste-

czek międzygwiazdowych (tab. 1). Szczególnie przydatny dla detekcji molekuł międzygwiazdowych okazał się zakres radiowy. Długofalowe fotonu słabo oddziałują z ziarnami pyłu międzygwiazdowego, toteż z łatwością penetrują nawet gęste obłoki molekularne i docierają do obserwatora. Dla większości środowisk molekularnych w Galaktyce istnieje jakieś, dostatecznie silne, przejście molekularne pozwalające diagnozować chemiczny i fizyczny stan materii.

Duże zainteresowanie molekułami we Wszechświecie bierze się z chęci poznania składu chemicznego materii będącej wyjściowym budulcem gwiazd i planet. Dla astrochemików jest oczywiste, że lista odkrytych dotąd cząsteczek w ośrodku międzygwiazdowym nie odzwierciedla faktycznego składu chemicznego materii międzygwiazdowej. Z rozważań kwantowo-mechanicznych wiadomo np., że dla wielu cząsteczek przejścia w podczerwieni i w paśmie radiowym, które pozwoliły wykryć większość spośród znanych molekuł międzygwiazdowych, są wzbronione. W ośrodku międzygwiazdowym może zatem istnieć duże bogactwo cząsteczek skutecznie wymykających się detekcji. Duże cząsteczki, jak np. pierścieniowe węglowodory aromatyczne, nie posiadają dość specyficznych cech widmowych, by dać się zidentyfikować. Podobne problemy identyfikacyjne odnoszą się do fulerenów i aminokwasów. Niektóre cząsteczki mogą mieć bardzo krótkie czasy życia, jak np.

CH_3^+ , i z racji wynikających stąd niskich obfitości będą poza możliwością detekcji. Z drugiej strony w widmach gwiazd można odnaleźć wiele niezidentyfikowanych absorpcyjnych pasm molekularnych pochodzenia międzygwiazdowego (rys. 1). Oznacza to, że w przestrzeniach międzygwiazdowych istnieją w sporych ilościach jakieś długo żyjące i wciąż nie rozpoznanie molekuły.

Inny powód zainteresowania molekularną składową materii rozproszonej, i to nie tylko w ośrodku międzygwiazdowym, wynika z chęci zrozumienia procesów ewolucyjnych, które prowadzą do powstawania obiektów zwartej, takich jak galaktyki, gwiazdy czy wreszcie planety. Wydaje się, że nigdy nie doszłoby do skondensowania się materii rozproszonej pod wpływem sił grawitacji, gdyby nie efektywne studzenie promieniste materii zgaszczonej podczas kolapsu. W przypadku braku efektywnego studzenia, materia rozproszona zaraz po rozpoczęciu procesu grawitacyjnego kolapsu, w obrębie jakiegoś słabego zagęszczenia lokalnego, ulegałaby z powrotem rozproszeniu pod wpływem narastającego ciśnienia



Rys. 1. Widmo gwiazdy ζ Oph (HD149757) przesłanianej przez rozmyty obłok międzygwiazdowy. Widoczne struktury dla 5780, 5797 i 5850 Apochodzą od międzygwiazdowych, nie zidentyfikowanych jeszcze, molekuł. Na prawo od poszerzonej dopplerowsko (rotacja gwiazdy) linii gwiazdowego helu widnieją silne linie sodu międzygwiazdowego

wewnętrz ściśkanej materii. Molekuły, zarówno w fazie gazowej, jak i zastałonej (pył), ze względu na olbrzymią liczbę możliwych stanów energetycznych w porównaniu z atomami (dla

molekułu oprócz przejść elektronowych istnieją dodatkowo przejścia oscylacyjne i rotacyjne) chętnie pozbywają się energii, emitując fotonów promieniowania. Fotonów te często mają niskie ener-

Tabela 1. Znane molekuły międzygwiazdowe z podziałem wg liczby atomów w cząsteczce. Tabela nie obejmuje licznych cząsteczek znajdowanych w atmosferach niektórych gwiazd czy w otoczkach okogowiazdowych

2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	13
H_2	C_3	$\text{c-C}_3\text{H}$	C_5	C_5H	C_6H	$\text{CH}_3\text{C}_3\text{N}$	$\text{CH}_3\text{C}_4\text{H}$	$\text{CH}_3\text{C}_5\text{N}$	HC_9N	HC_{11}N
AlF	C_2H	$\text{I-C}_3\text{H}$	C_4H	$\text{I-H}_2\text{C}_4$	CH_2CHCN	HCOOCH_3	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CN}$	$(\text{CH}_3)_2\text{CO}$		
AlCl	C_2O	C_3N	C_4Si	C_2H_4	$\text{CH}_3\text{C}_2\text{H}$	CH_3COOH	$(\text{CH}_3)_2\text{O}$	$\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$		
C_2	C_2S	C_3O	$\text{I-C}_3\text{H}_2$	CH_3CN	HC_5N	C_7H	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$			
CH	CH_2	C_3S	$\text{c-C}_3\text{H}_2$	CH_3NC	HCOCH_3	CH_2OHCHO	HC_2N			
CH^+	HCN	C_2H_2	CH_2CN	CH_3OH	NH_2CH_3					
CN	HCO	CH_2D^+	CH_4	CH_3SH	$\text{c-C}_2\text{H}_4\text{O}$					
CO	HCO^+	HCCN	HC_3N	HC_3NH^+	CH_2CHOH					
CO^+	HCS^+	HCNH^+	HC_2NC	HC_2CHO						
CP	HOC^+	HNCO	HCOOH	NH_2CHO						
CSi	H_2O	HNCS	H_2CHN	C_5N						
HCl	H_2S	HOOC^+	$\text{H}_2\text{C}_2\text{O}$							
KCl	HNC	H_2CO	H_2NCN							
NH	HNO	H_2CN	HNC_3							
NO	MgCN	H_2CS	SiH_4							
NS	MgNC	H_3O^+	H_2COH^+							
NaCl	N_2H^+	NH_3								
OH	N_2O	SiC_3								
PN		NaCN								
SO		OCS								
SO^+		SO_2								
SiN		c-SiC_2								
SiO		CO_2								
SiS		NH_2								
CS		H_3^+								
HF		SiCN								
SH										

Tabela 2. Podstawowe typy reakcji astrochemicznych

Reakcja	Schemat reakcji
Syntez z emisją fotonu	$A + B \rightarrow AB + \text{foton}$
Fotodysocjacja (rozpad pod wpływem fotonu)	$AB + \text{foton} \rightarrow A + B$
Zderzenie 3 ciał	$A + B + C \rightarrow AB + C$
Dysocjacja pod wpływem zderzeń	$AB + C \rightarrow A + B + C$
Reakcje wymiany wśród obojętnych reagentów	$AB + D \rightarrow BD + A$
Reakcje jon–molekuła	$AB + D^+ \rightarrow BD^+ + A$ $AB + D^+ \rightarrow AB^+ + D$
Reakcje z udziałem ujemnych jonów	$A + A^- \rightarrow A_2 + e^-$ $A + B^- \rightarrow AB + e^-$
Reakcje rekombinacji (K — „katalizator”)	$A^+ + e^- \rightarrow A + \text{foton}$ $e^- + A + K \rightarrow A^- + K$ $e^- + A \rightarrow A^-$ $AB + e^- \rightarrow B^- + A$ $AB^+ + e^- \rightarrow B + A$
Reakcje kondensacji	AB (faza gazowa) $\rightarrow AB$ (faza zestalone, pył)
Reakcje z udziałem powierzchni (na ziarnach pyłu) (A_P — A na powierzchni, $A \uparrow$ — A odrywa się od powierzchni i przechodzi do fazy gazowej, $A \downarrow$ — A przychodzi z zewnątrz na powierzchnię)	$A_P + B_P \rightarrow AB \uparrow$ $AB_P + A \downarrow \rightarrow A_2 \uparrow + B_P$ $AB_P \rightarrow AB \uparrow$ $AB \downarrow \rightarrow AB_P$ $AB_P + e^-_P$ (lub foton \downarrow) $\rightarrow A_P + B_P$, a potem $A_P + AB_P \rightarrow A_2B \uparrow$
Reakcje wzbogacania cząsteczek węgiel	np. $C^+ + CH_4 \rightarrow C_2H_2^+ + H_2$, potem $C_2H_2^+ + e^- \rightarrow C_2H + H$, potem $C_2H + C^+ \rightarrow C_3^+ + H$
Zlepianie się ziaren pyłu	małe ziarno + małe ziarno \rightarrow duże ziarno
Rozpad ziaren	jon + ziarno \rightarrow ziarno + duża molekuła

gie, toteż słabo oddziałując z ośrodkiem, łatwo opuszczają zagęszczający się obszar.

W różnych obszarach ośrodka materii rozproszonej mamy do czynienia z różnymi rodzajami źródeł energii napędzającej reakcje chemiczne oraz z różnego rodzaju typami samych reakcji prowadzących do powstawania, przeobrażenia i destrukcji molekuł. W tab. 2 podano główne typy reakcji astrochemicznych, a w tab. 3 wymieniono podstawowe źródła energii napędzającej te reakcje.

W dowolnym środowisku materii Wszechświata najważniejszą reakcją jest przemiana atomów wodoru (H) w cząsteczki H_2 . Upłynęło około 30 lat od pierwszych odkryć pozaziemskiego wodoru cząsteczkowego. W 1970 r. Carruthers ogłosił (ApJ. 161, L81) obserwacje rakietowe absorpcyjnego pasma Lymana (100-110 nm) międzygwiazdowej cząsteczek H_2 w widmie gwiazdy ξ Per. Dzisiaj wiadomo, że

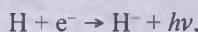
molekuła H_2 występuje we Wszechświecie najobficiej, a odkryto ją stosunkowo późno, gdyż w zakresach fal elektromagnetycznych dostępnych z Ziemi molekuła H_2 nie produkuje żadnej, wystarczająco silnej linii. Znacząca część pozagwiazdowej materii barionowej w galaktykach spiralnych występuje w postaci wodoru molekularnego. Cząsteczka H_2 odpowiada za chłodzenie rozproszonego gazu międzygwiazdowego od temperatur około 10 000 K do około 100 K. W zderzeniach molekuły H_2 z atomami wodoru następuje wzbudzenie cząsteczki kosztem energii kinetycznej zderzających się drobin, czyli kosztem temperatury ośrodka. Powrót cząsteczek do wyjściowego stanu wzbudzenia następuje poprzez emisję fotonów, które na ogół swobodnie opuszczają środowisko, w którym powstają. Są to bowiem fotony podczerwone powstające w przejściach oscylacyjno-rotacyjnych. Chłodzenie z udziałem H_2 umożliwiło, jak się uważa,

powstanie pierwszych galaktyk we wczesnym Wszechświecie. H_2 jest podstawową cząsteczką w astrochemii. Od niej biorą początek cykle reakcji prowadzące do powstania większości spośród rozpoznanych cząsteczek pozaziemskich.

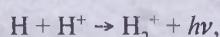
Najefektywniejszym mechanizmem powstawania molekularnego wodoru jest reakcja z wykorzystaniem ziarna pyłu jako katalizatora. Ma ono stosunkowo duży przekrój czynny i dryfując w ośrodku przechwytuje atomy wodoru na swoją powierzchnię. Atom H , spadając na ziarno, może łatwo trafić na któryś z licznych atomów H już wcześniej pochwyconych przez drobinę pyłu i migrujących po jej powierzchni. Może wtedy dojść do powstania cząsteczki H_2 . Tak powstała molekuła może wchodzić w dalsze reakcje na powierzchni ziarna bądź ją opuścić i zasilić środowisko gazowe. Rola katalizująca pyłu polega głównie na szybkim pochłonięciu nadmiaru energii od świeżo powsta-

jącej molekuły H_2 . Gdy w środowisku gazowym zderzą się dwa atomy wodoru, może również dojść do powstania cząsteczki H_2 . Jednak rozпадa się ona na ogół z powrotem na atomy, zanim zdąży uwolnić się od nadmiaru energii.

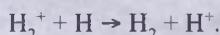
Powstawanie molekuł H_2 przy udziale pyłu jest możliwe tam, gdzie pył występuje. W ośrodku międzygwiazdowym galaktyk spiralnych prawie wszystkie molekuły H_2 powstają na powierzchni ziaren pyłu. Inaczej rzecz się miała w czasach, kiedy jeszcze nie było gwiazd ani galaktyk. Najdawniejsze molekuły H_2 powstawały, choć znacznie mniej efektywnie, w cyklach reakcji bez udziału pyłu. Oto dwa najbardziej wydajne cykle tego rodzaju:



a potem



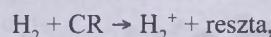
a potem



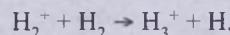
Człon $h\nu$ w powyższych wzorach oznacza energię emitowaną w postaci fotonów.

W bardzo gęstych środowiskach, jak fotosfery gwiazdowe czy atmosfery planet, H_2 powstaje głównie w zderzeniach trzech ciał, z czego co najmniej dwa są atomami wodoru. Proces odbywa się bez udziału pyłu. Nadmiar energii w powstającej cząsteczce H_2 jest unoszony przez trzeciego uczestnika zderzenia. Jest nim najczęściej również atom H.

Powstawanie bardziej złożonych molekuł niż H_2 przebiega różnie w zależności od cech środowiska, w którym występuje. Na przykład dla niskich temperatur neutralne atomy i molekuły słabo reagują z H_2 i reakcje chemiczne zachodzą głównie w układzie jon — molekuła. Tempo reakcji chemicznych jest uzależnione istotnie od stopnia jonizacji ośrodka. Za jonizację odpowiedzialne są głównie fotony UV i X oraz cząstki promieniowania kosmicznego CR (ang. *cosmic ray*). Wewnątrz ciemnych obłoków międzygwiazdowych, gdzie powstaje najwięcej molekuł, jonizacja odbywa się głównie za sprawą promieni kosmicznych (praktycznie wszystkie fotony X i UV zostają pochłonięte przez najbardziej zewnętrzne warstwy takiego obłoku). Zachodzi tam cykl reakcji:



potem



Jon H_3^+ jest stabilny i bardzo reaktywny. Chętnie oddaje swój proton w czasie zderzeń z cząsteczkami.

Choć dla większości małych molekuł kompletne cykle reakcji prowadzące do ich powstania nie są jeszcze znane (np. dla H_2O czy O_2), to dla takich środowisk jak obłoki międzygwiazdowe, otoczki gwiazdowe czy regiony gwiazdotwórcze zaproponowano już wstępnie modele procesów chemicznych, pozwalające interpretować wyniki obserwacji i uzyskiwać wgląd w fizykę tych obszarów.

Znacznie gorzej ma się rzecz ze zrozumieniem procesów prowadzących do

powstania większych molekuł. Przykładowo można wskazać cykle reakcji dla fazy gazowej, prowadzące do powstania międzygwiazdowego metanolu CH_3OH . Okazuje się jednak, że same te cykle nie są w stanie wyprodukować obserwowanych obfitości metanolu. Jeszcze gorzej rzeczą ma z etanolem C_2H_5OH . Najprawdopodobniej cząsteczki te powstają przy udziale powierzchni ziaren pyłu, na co wskazują eksperymenty laboratoryjne pozwalające otrzymywać metanol i etanol przez napromieniowanie odpowiednich lodów molekularnych.

Najmniej wiadomo na temat powstawania w warunkach kosmicznych bardzo dużych cząsteczek, takich jak np. wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne, fulereny czy wreszcie aminokwasy. Wydaje się, że takie cząsteczki rodzą się w wyniku przeobrażeń struktury ziarna pyłu składającego się z zestalonych łańcuchów węglowych. Takie przeobrażenia mogłyby zachodzić pod wpływem ogrzewania pyłu. Ziarna zestalonych łańcuchów węgla powstają na peryferiach gwiazd węglowych. W atmosferach takich gwiazd prawdopodobnie też jest możliwe powstawanie, w fazie gazowej, dużych cząsteczek o szkieletach węglowych.

W większości przypadków środowisko kosmiczne nie jest przyjazne spontanicznemu tworzeniu się molekuł. Aby powstała nowa cząsteczka, musi zaistnieć cały ciąg sprzyjających okoliczności. Abstrahując od tego, że muszą być spełnione unikalne warunki co do gęstości i składu ośrodka, tworzenie się nowej molekuły zwykle wymaga pokonania szeregu barier. Przykładowo,

Tabela 3. Ważniejsze źródła energii napędzającej reakcje astrochemiczne

Źródło	Istotny zakres
Termiczne źródła w podczerwieni, np. ziarna pyłu w obłoku molekularnym	podczerwień
Gwiazdy	zakres optyczny i ultrafiolet
Promieniowanie kosmiczne (m.in. szybkie protony i elektrony generowane przez promień γ pochodzące od zewnętrznych źródeł)	$10^7 - 10^8$ eV
Grzanie neutralnej składowej materii przez składową zjonizowaną na drodze tarcia wzajemnego w ośrodku z polem magnetycznym — jony mają tam średnio większe prędkości od atomów i molekuł neutralnych	podczerwień
Fronty uderzeniowe towarzyszące gwałtownym wyrzutom materii, np. przy wybuchach gwiazd supernowych	podczerwień, zakres optyczny i ultrafioletowy
Tło promieniowania X oraz lokalne nadwyżki tego promieniowania produkowane np. w wyniku oddziaływania frontu uderzeniowego z obłokiem molekularnym	promieniowanie X

atomy O, C i N niechętnie wchodzą w reakcję z H₂. Jeśli już dojdzie do zderzenia takiego atomu z H₂, to w zdecydowanej większości przypadków dojdzie do odbicia się potencjalnych reagentów. Aby doszło do złączenia, powinna zostać pokonana pewna bariera energetyczna — reagenty muszą przed zderzeniem poruszać się odpowiednio szybko, czyli temperatura ośrodka musi być dostatecznie wysoka. Nadto, reagenty w czasie zderzenia muszą być odpowiednio ustalone względem siebie, bo w przeciwnym przypadku reakcja nie nastąpi.

Każde środowisko ma swoją niepowtarzalną specyfikę zależną z jednej strony od składu i gęstości ośrodka, a z drugiej od uwarunkowań energetycznych. Utrudnia to skutecznie postęp w badaniach astrochemicznych. Astrochemik musi być w pełni świadom tego, jakie jest źródło energii napędzającej procesy chemiczne, aby wybrać odpowiedni do sytuacji cykl reakcji i móc prawidłowo interpretować obserwacje astronomiczne.

Rozważania na temat przemian chemicznych materii Kosmosu nabraly rumieńców od pojawięcia się możliwości obserwacji rozmytych obłoków międzygwiazdowych. Są one wystarczająco przezroczyste, by móc w zakresie optycznym i UV przeprowadzać obserwacje spektroskopowe gwiazd przez nie przesłanianych (rys. 2). W widmach takich gwiazd znaleziono

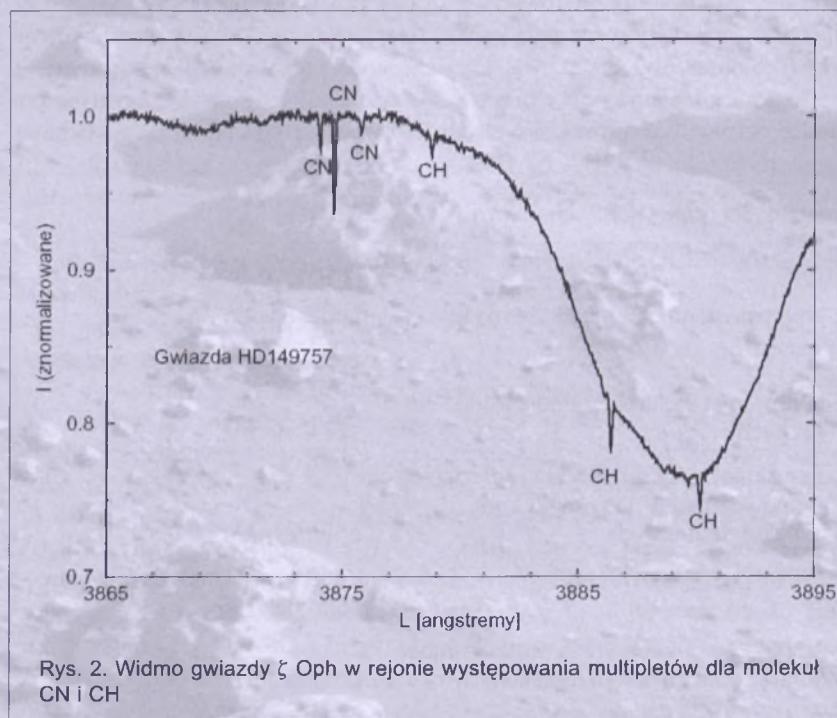
linie absorpcyjne molekuł znajdujących się w obłoku. Obłoki rozmyte są do skonale penetrowane przez fotonów UV, toteż tylko najżywotniejsze molekuły nie ulegają w nich fotodysocjacji. Inaczej rzeczą się ma dla ciemnych obłoków międzygwiazdowych. Zawierają one prawie wszystkie odkryte do tej pory molekuły. Stanowią bezkonkurencyjne źródło informacji dla uprawiania astrochemii. Niemniej jednak, obserwacje molekuł wewnątrz ciemnych obłoków (nazywanych też obłokami molekularnymi) są praktycznie niemożliwe w zakresie optycznym. O występowaniu molekuł wewnątrz takich obłoków dowiadujemy się z obserwacji w zakresie radiowym i w podczerwieni. W obłokach molekularnych zachodzą aktywne procesy gwiazdotwórcze, co ma istotny wpływ na ożywienie chemiczne środowiska. Obserwacje molekuł w tym środowisku pozwalają badać udział molekułu w chłodzeniu fragmentu obłoku zapadającego się dla utworzenia nowej gwiazdy, a nadto dają możliwość śledzenia ruchów materii, czyli badania dynamiki ośrodka. Tę drugą możliwość realizuje się na podstawie obserwacji przesunięć dopplerowskich ustalonych linii molekularnych, np. CO. Okazuje się, że tlenek węgla odgrywa też bardzo ważną rolę przy formowaniu się gwiazd. Na samym początku procesu gwiazdotwórczego, kiedy lokalna niestabilność grawitacyjna pojawi się w obłoku i rozpoczęta się zapadanie materii o tem-

peraturze mniejszej niż 10 K, studzenie materii najwydajniej zachodzi poprzez emisję radiową w liniach CO.

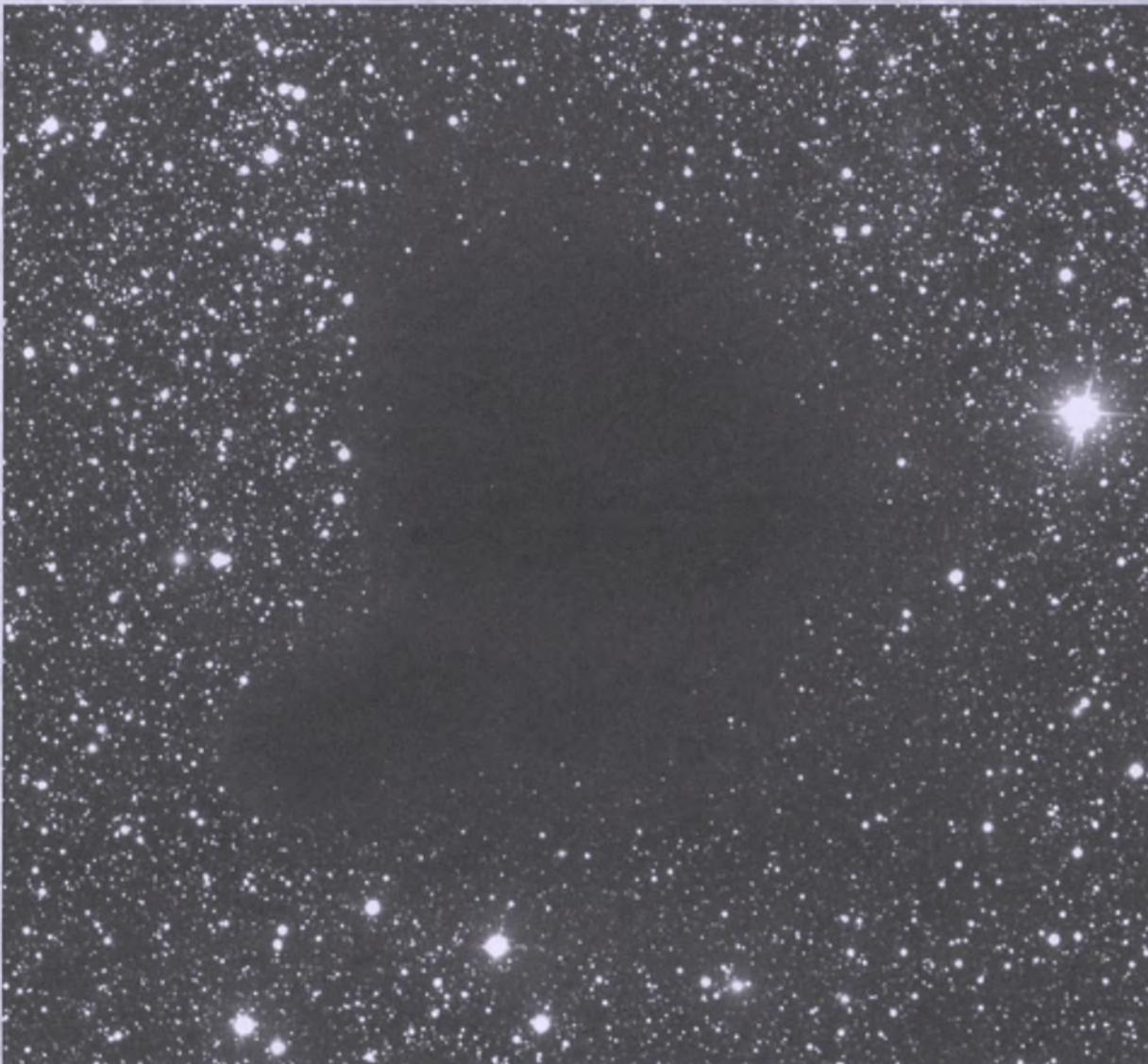
Nie tylko obłoki międzygwiazdowe są ulubionym ośrodkiem występowania molekuł. Atmosfery chłodnych gwiazd składają się głównie z gazu cząsteczkowego. W tych atmosferach gęstości i temperatury gazu są znacznie wyższe niż w obłokach molekularnych. Atomy i cząsteczki częściej się zderzają i nacierają na siebie z większymi prędkościami. Prawdopodobieństwo powstania stabilnych molekuł w takim środowisku jest względnie duże. Dla atmosfer gwiazd węglowych prawie wszystki tlen występuje w połączeniu z węglem, tworząc cząsteczki CO. Duża część węgla łączy się też z wodorem, dając cząsteczki takie, jak: C₂H₂ i C₂H. W gwiazdach tlenowych praktycznie cały węgiel łączy się z tlenem, dając CO. Nadwyżka tlenu występuje w postaci tlenków takich, jak: FeO, SiO, TiO i MgO.

Nawet Słońce, o temperaturze fotosfery ok. 6000 K, uważanej za zbyt wysoką, by molekuły mogły przeżyć, zawiera je w swojej atmosferze. W plamach słonecznych zaobserwowano H₂ i H₂O. Istnieją też doniesienia o zaobserwowania molekuł w materii wyrzuconej z gwiazd nowych i supernowych.

Chłodne i niezbyt masywne gwiazdy pod koniec swojego życia odrzucają zewnętrzne warstwy materii. Olbrzymia otoczka, oddalając się od gwiazdy, stygnie i rozprzestrzenia się w ośrodku międzygwiazdowym. Z początku materiał w otoczeniu jest bardzo gęsty i ciepły w porównaniu z ośrodkiem międzygwiazdowym. Skala czasowa procesów chemicznych zachodzących w młodej otoczce wyraża się jeszcze w minutach, a nie w tysiącach lat, typowych dla rzadkiego ośrodka międzygwiazdowego. Podczas ekspansji otoczki, w okolicznościach jeszcze nie rozumianych, dochodzi do zastygania molekuł i atomów w ziarna pyłu. Kiedy materiał otoczki dostatecznie się rozproszy, wtedy ziarna pyłu i molekuły zostają odsłonięte na działanie fotonów UV mierzystej gwiazdy, jak i gwiazd okolicznych. Rozpoczyna się wówczas chemiczne przeobrażanie materiału ziarna, atomy dopasowują się do siebie na różne sposoby, tworząc przy okazji różnorodne cząsteczki. Mogą one przedostać się do środowiska gazowe-



Rys. 2. Widmo gwiazdy ξ Oph w rejonie występowania multipletów dla molekuł CN i CH



Gdzie podziały się te wszystkie gwiazdy? To, co kiedyś nazywane było dziurą w niebie, dzisiaj jest znane jako ciemny obłok molekularny. Materia międzygwiazdowa o dużej gęstości, złożona z pyłu i gazu molekularnego pochłonęła praktycznie całe światło widzialne, emitowane z gwiazd znajdujących się w tle. Duża absorbca promieniowania sprawia, że wnętrza obłoków molekularnych są jednymi z najzimniejszych i najbardziej odizolowanych miejsc we Wszechświecie. Spośród wszystkich ciemnych mgławic absorpcyjnych najbardziej godny uwagi jest obłok w gwiazdozbiorze Wężownika (Ophiuchus), znany jako Barnard 68 (na zdjęciu powyżej). To, że na tle obłoku nie widać żadnych gwiazd, świadczy o tym, że Barnard 68 znajduje się stosunkowo blisko nas — jest położony w odległości 500 lat świetlnych i ma rozpiętość połowy roku świetlnego. Nie wiadomo dokładnie, jak powstają obłoki molekularne, takie jak Barnard 68. Prawdopodobnie są one jednak miejscem tworzenia się nowych gwiazd. Na większych długościach fali obłok staje się bardziej przeźroczysty i w zakresie podczerwonym można zobaczyć to, co znajduje się za nim (źródło: <http://orion.pta.edu.pl>)

go przy rozpadzie ziaren albo w procesie sublimacji. Molekuły w środowisku gazowym i na styku z powierzchnią ziarna również ulegną rozmaitym przeobrażeniom w polu międzygwiazdowego promieniowania.

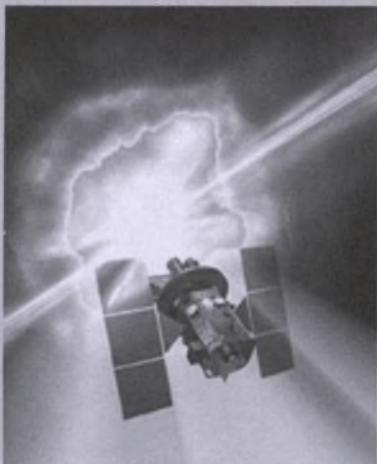
Ekstremalnym przykładem środowiska molekularno-pyłowego jest nasz system planetarny. Praktycznie wszysko w tym systemie, wyjąwszy samo Słońce i jądra planetarne, składa się albo z molekuł w fazie gazowej, albo z pyłu, który zawiera prawie same molekuły, tylko że w fazie stałej. Człowiek i cała przyroda ożywiona tworzą również śró-

dowisko molekularne, tyle że o bardzo wysokim poziomie organizacji. Droga ewolucyjna prowadząca od powstania pierwszych molekuł H₂, niezbędnych do uformowania się pierwotnych gwiazd, poprzez złożone procesy astrofizyczne i astrochemiczne w gwiazdotwórczym środowisku obłoku molekularnego, w którym powstało Słońce i planety, do człowieka i tego, co go otacza na Ziemi, jest bardzo dłuża i skomplikowana. Sukcesy w jej rozpoznawaniu są uzależnione nie tylko od postępów biologii i chemii w ich badaniach laboratoryjnych, ale, być może przede wszystkim, od

postępów technik obserwacyjnych i zrozumienia procesów wspomagających tworzenie się i ewolucję świata molekuł.

Autorzy są pracownikami Wyższej Szkoły Pedagogicznej w Częstochowie. Bogdan jest doktorem astronomii pracującym też w Obserwatorium Astronomicznym UJ w Krakowie. Jego zainteresowania naukowe koncentrują się wokół badań materii międzygwiazdowej i międzygalaktycznej, m.in. na podstawie analizy obserwacji uzyskanych przez obserwatoria kosmiczne IRAS i COBE

SWIFT na tropie rozbłysków gamma



SWIFT — wizja artystyczna



Technik sprawdza maskę apertury kodowanej

Swift jest pierwszym wielozakreślowym obserwatorium przeznaczonym do badań rozbłysków gamma. Jego główne cele to:

- Ustalenie źródła rozbłysków gamma.
- Sklasyfikowanie rozbłysków gamma oraz wyszukiwanie nowych typów.
- Ustalenie, jak ewoluje fala uderzeniowa oraz jak oddziałuje ona z otoczeniem.
- Użycie rozbłysków gamma do badań nad wczesnym Wszechświatem.
- Dokonanie przeglądu nieba w twardej promieniach X.

Swift jest misją NASA z udziałem międzynarodowym. Zostanie wyniesiony na niską okołoziemską orbitę rakieta Delta 7320 w grudniu 2003 r. Podczas swojej dwuletniej misji ma zaobserwować ponad 200 rozbłysków, jakby łapiąc wybuchy gamma w locie.

Rozbłyski gamma są odległymi wybuchami, które uwalniają największą ilość energii od czasów Wielkiego Wybuchu. Satelity rejestrują około jednego rozbłysku dziennie, a naukowcy nie wiedzą, co je powoduje. Teraz będziemy mieli satelitę przeznaczonego do rozwiązyania tej tajemnicy. Swift zarejestruje setki tych potężnych rozbłysków każdego roku.

Trzy teleskopy Swifta szczegółowo przebadają każdy wybuch od początku do końca, szukając wskazówek co do natury ich źródła. Dodatkowo specjalny system poinformuje teleskopy na całym świecie — naziemne i na orbicie — o lokalizacji rozbłysku. W ten sposób nawet takie instrumenty, jak teleskopy Hubble'a i Chandra, będą miały szansę, aby obrócić się na czas i zarejestrować poświatę rozbłysku.

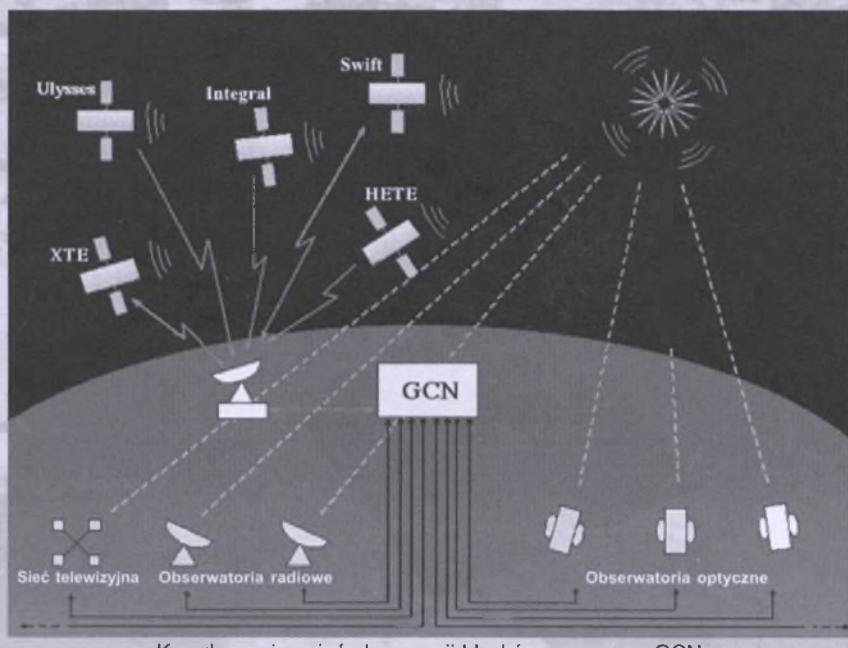
Obserwacja rozbłysku nie jest łatwym zadaniem. Rozbłysk gamma możeadejść z każdego kierunku i może trwać od milisekund do jednej minuty. Uczniowie rzadko mogą dobrze mu się przyjrzeć, zanim przeminie, aby nigdy nie powrócić w tym samym miejscu. Swift ma być na tyle zręczny, aby szybko się obrócić i skierować swoje instrumenty na rozbłysk oraz przekazać jego lokalizację w ciągu kilku sekund. Żaden satelita nie obraca się szybciej. Nazwa Swift nie jest akronimem; jest to angielska nazwa szybkiego (*swift*), zwinnego ptaka, jerzyka. Swift (satelita) będzie łapał migoczące rozbłyski, jak swift-jerzyk łapie owady. A w czasie, kiedy Swift nie będzie rejestrował rozbłysków, jego instrumenty będą obserwować niebo w poszukiwaniu innych fascynujących i niecodziennych zjawisk.

Czy istnieją różne klasy wybuchów mające za źródło różne procesy fizyczne?

Swift ustali, czy istnieją podklasy rozbłysków gamma (GRB), a jeśli tak, to jakimi różnicami w fizyce źródeł są one spowodowane. Podczas gdy wzrasta liczba dowodów na istnienie przy najmniej dwóch podklas, nie jest jasne, czy są to prawdziwe różnice fizyczne, czy raczej wynikają one z kąta widzenia, gęstości lokalnego ośrodka itp. Dane z satelity Swift ustalą położenie, przesunięcie ku czerwieni i własności poświaty poszczególnych klas. Pozwoli to na fizyczne zrozumienie ich istnienia i (lub) natury.

* * *

Swift jest misją nowoczesną, zaprojektowaną specjalnie do obserwacji rozbłysków gamma. Jego trzy instrumenty będą obserwować GRB na falach gamma, rentgenowskich i optycznych. Burst Alert Telescope (BAT) będzie monitorował niebo w celu wychwycenia rozbłysku i obliczenia jego pozycji, aby



Koordynacyjna sieć obserwacji błyśków gamma — GCN

następnie przekazać ją do teleskopu rentgenowskiego (XRT) i ultrafioletowo-optycznego (UVOT). Teleskopy te w ciągu 90 s mają się obrócić tak, aby rozbłysk znalazł się w ich polu widze-

nia. Wszystkie trzy urządzenia będą obserwować rozbłysk. Po kilku dniach natomiast powrócą na to miejsce, aby zarejestrować poświatę.

GCN — koordynacyjna sieć obserwacji rozbłysków gamma

GCN jest siecią teleskopów i satelitów. To system, który:

- Rozsyła dane o położeniu rozbłysku uzyskane z satelitów: HETE, INTEGRAL, IPN, RXTE-PCA, RXTE-ASM, BeppoSAX, GRO-COMPTEL, Ulysses i ALEXIS (do sieci tej dołączy także Swift).

- Rozsyła raporty o obserwacjach sporządzone przez obserwatorów naziemnych.

Instrumenty SWIFTA

1. BAT — The Burst Alert Telescope

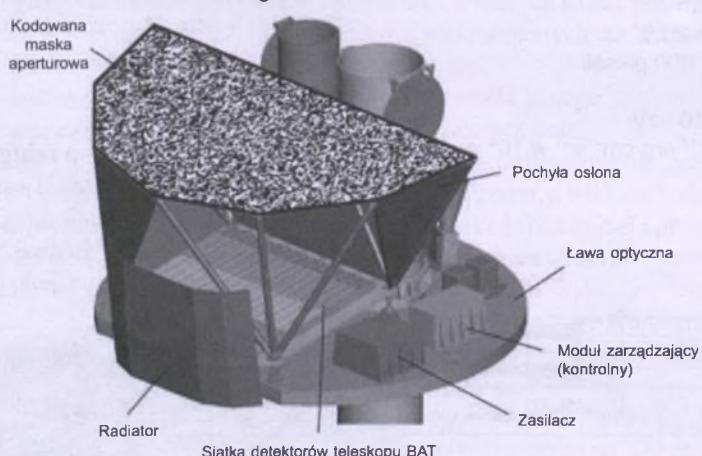
BAT jest dla Swifta „stróżem” rozbłysków gamma. Nieustannie obserwuje niebo, czekając na nagły, jasny wybuch promieni gamma. Kiedy go zauważa, szybko obliczy jego pozycję, tak aby teleskopy Swifta: radiowy, optyczny i ultrafioletowy mogły się na niego skierować.

1.1 Zasady działania

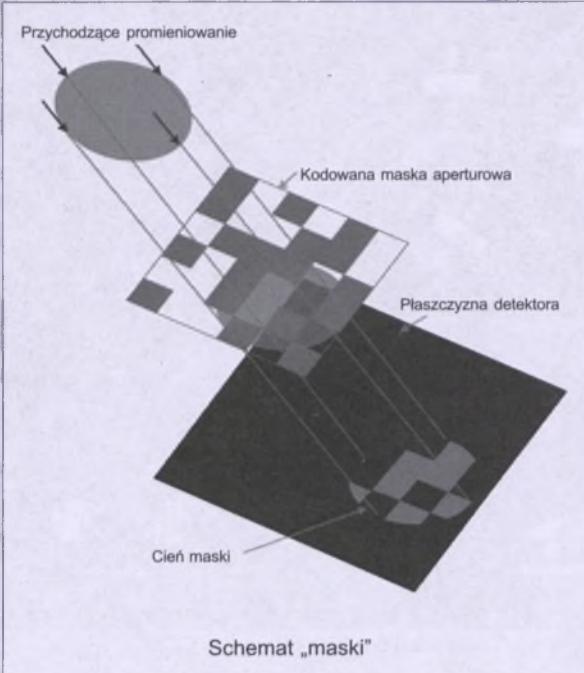
Ponieważ współczesna technologia nie pozwala na zogniskowanie promieni gamma, BAT używa techniki zwanej „aperturą kodowaną” (*coded aperture*), aby zrobić obraz i zlokalizować kierunek, z którego nadchodzą promienie

Teleskop BAT

Cechy teleskopu	Opis
Apertura	„maska kodowana”
Obszar detekcji	5200 cm kw.
Detektor	CdZnTe
Sposób detekcji	zliczanie fotonów
Pole widzenia	1,4 sr
Elementy detektora	256 modułów po 128 elementów
Rozmiar detektora	4 mm x 4 mm x 2 mm
Zakres energii	15-150 keV



Maska apertury kodowanej (w kształcie litery D) ma powierzchnię 3 m²; została zakotwiczona nad detektorem i nad pochyłą osłoną (*Grade-Z shield*). Ta osłona ma redukować promieniowanie pochodzące od tła kosmicznego. Powierzchnia detektora CZT ma 5200 cm². Z przodu obrazka widać radiator, który chłodzi detektor. Wymienione części są zamontowane na platformie optycznej. Znajduje się na niej także skrzynka zasilania oraz kontroli

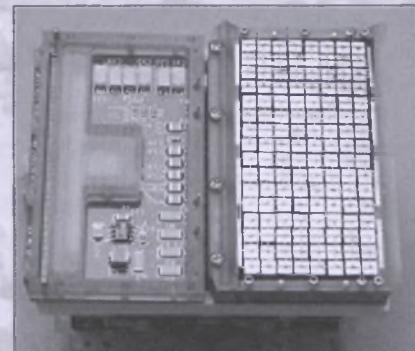


gamma. „Apertura kodowana” jest jakby „maską” umieszczoną przed detektorem promieni gamma: w Swiftie odległość między „maską” a detektorem wynosi 1 m. Jest ona zrobiona z około 54 tys. płytka ułożonych w losowy pół-otwarty/półzamknięty wzór. Każda ma rozmiar $5 \times 5 \times 1$ mm. Mimo że cały wzór jest losowy, komputer zna pozycję każdej płytki. Kiedy promienie gam-

warstwową hierarchiczną strukturę. Para zespołów o powierzchni 8×16 elementów tworzy moduł, a 8 takich modułów składa się na blok; 16 bloków tworzy całą płaszczyznę detekcji. Dzięki takiemu ułożeniu oraz dzięki metodzie apertury kodowanej BAT może kontynuować pracę nawet mimo braku pojedynczych pikseli, modułów lub całych bloków.

ma przechodzą przez BATa, zamknięte płytki je zatrzymują, a otwarte pozwalają im przejść do detektora. W ten sposób „maska” kładzie cień na płaszczyznę detektora. Używając pozycji cienia, komputer może ustalić kierunek do źródła gamma.

Płaszczyzna detekcji BATa składa się z 32 768 kadmo-wo-cynkowo-tellurowczych elementów o wielkości $4 \times 4 \times 2$ mm każdy (tzw. CZT). Są one ułożone w cztero-



Moduł detekcyjny: po prawej widać detektory CZT ułożone w tablicę 8×16

1.2 Program naukowy

Kiedy BAT zarejestruje poziom promieni gamma, który będzie większy od poziomu tła, rozpoczęcie detekcję rozbłysku. BAT potrafi ustalić położenie rozbłysku z dokładnością do 5 minut łuku w ciągu 10 s od jego zauważenia. Położenie to, razem z wartością natężenia rozbłysku (liczba fotonów przechodzących przez powierzchnię detektora w ciągu sekundy), jest transmitowane na Ziemię i rozsypane do sieci GCN.

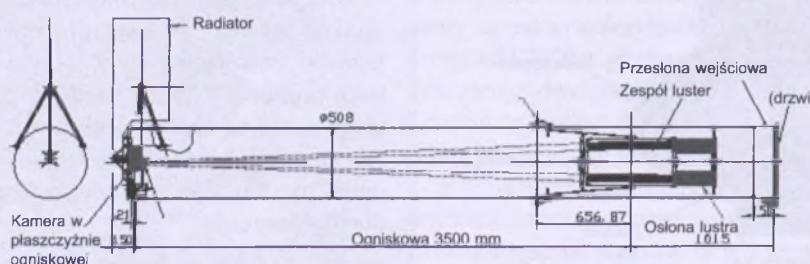
Drugorzędnym zadaniem BAT-a jest przegląd całego nieba w twardych promieniach X. Podczas gdy będzie on obserwował niebo w poszukiwaniu rozbłysków, co 5 min będzie zapisywać także mapy nieba w twardych promieniach X. W ciągu życia Swifta zaowocuje to przeglądem całego nieba, który będzie 20 razy bardziej czuły niż ostatni przegląd satelity HEAO-1 A4 pod koniec lat 70. BAT będzie szukał krótkotrwałych źródeł rentgenowskich. Informacje o nich będą przekazywane do innych teleskopów sieci GCN tak samo jak informacje o rozbłyskach gamma.

2 XRT — Teleskop rentgenowski

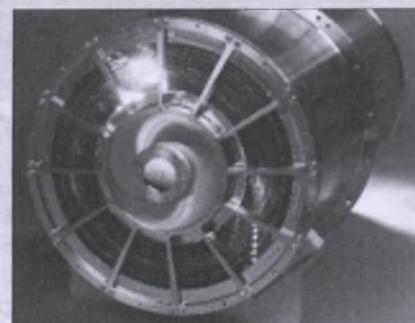
Teleskop rentgenowski jest na Swiftie jednym z dwóch teleskopów o wąskim polu widzenia. Kiedy BAT zarejestruje rozbłysk gamma, jego położenie

Teleskop XRT

Cechy teleskopu	Opis
Teleskop	Wolter I JET-X
Detektor	XMM EPIC CCD
Powierzchnia efektywna	110 cm ²
Pole widzenia	23,6 × 23,6"
Element detektora	600 × 600 pikseli
Rozdzielcość kątowa	15"
Zakres energii	0,2 - 10 keV
Czułość	2×10^{-14} erg cm ⁻² s ⁻¹ w 10^4 s



Drzwi zrobione na podstawie drzwi teleskopu JET-X chronią lustra podczas startu. Przegrody termiczne zapobiegają utworzeniu się gradientu termicznego wzdłuż luster. Tubus podtrzymuje kamerę CCD w płaszczyźnie ogniskowej. Rozszerzenie tubusa na prawo od luster działa jako osłona przeciwsloneczna. Z tyłu instrumentu znajduje się radiator, który chłodzi detektor do temperatury -110°C .



Lustra teleskopu rentgenowskiego XRT

zostanie przekazane do XRT, aby mógł on także zaobserwować ten rozbłysk.

Promienie rentgenowskie padające na XRT są skupiane na CCD, które oryginalnie było zaprojektowane dla teleskopu EPIC satelity XMM-Newton (satelita rentgenowski Europejskiej Agencji Kosmicznej wprowadzony na orbitę w grudniu 1999 r.). CCD zarejestruje czas i energię padających promieni.

Lustra XRT są „zagnieździone” jedno w drugim, aby pokryć jak największą powierzchnię. Zostały zaprojektowane i przetestowane w projekcie JET-X (Joint European X-Ray Telescope).

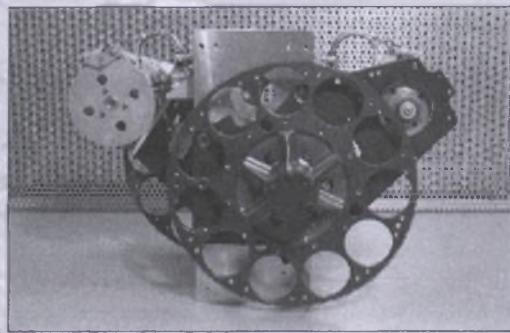
2.1 Program naukowy

XRT poprawi położenie rozbłysku podane przez BAT do dokładności 5 sekund łuku i zmierzy strumień, widma i krzywe blasku samego rozbłysku, a także poświaty. Właściwości emisji i absorpcji w promieniach X mogą dostarczyć informacji na temat materii otaczającej źródło rozbłysku. Dzięki pomiarowi przesunięcia ku czerwieni z widma rentgenowskiego można będzie dowiedzieć się, jaką jest odległość do obserwowanego rozbłysku — jest to coś nowego, ponieważ jak dotąd odległość do krótkich rozbłysków nie były jeszcze pomierzone.

3 UVOT — Teleskop ultrafioletowo-optyczny

Teleskop ultrafioletowo-optyczny (UVOT) jest drugim z instrumentów Swifta o wąskim polu widzenia. Tak jak się to dzieje w przypadku XRT, kiedy BAT zarejestruje rozbłysk gamma, przekaże jego pozycję do UVOTu, aby mógł on rozpocząć swoje obserwacje.

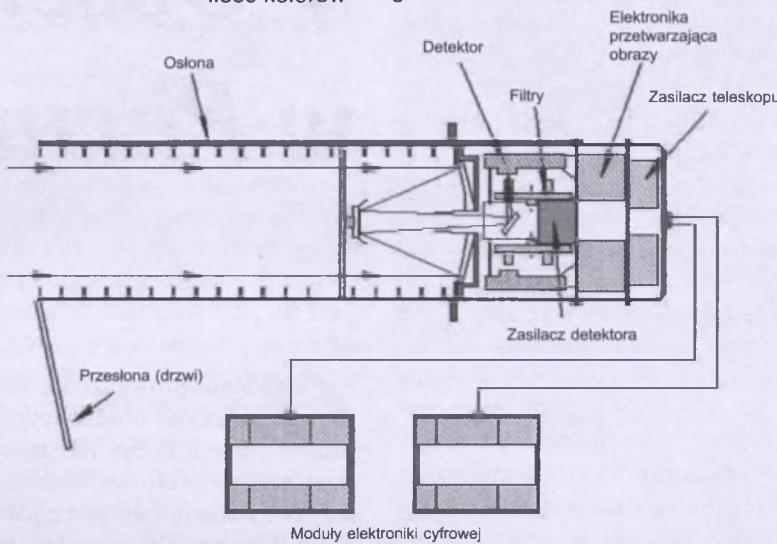
Projekt tego 30-cm teleskopu został oparty na monitorze optycznym umieszczonym na pokładzie satelity XMM-Newton. Promienie optyczne i ultrafioletowe padające na UVOT są



Tarcza z filtrami oraz detektor teleskopu UVOT

Teleskop UVOT

Instrument	Opis
Teleskop	Zmodyfikowany Ritchey-Chretien
Apertura	Średnica 30 cm
Detektor	CCD
Sposób detekcji	Zliczanie fotonów
Pole widzenia	17 × 17''
Element detektora	2048 × 2048 pikseli
Zakres długości fali	170 - 650 nm
Ilość kolorów	6



Ścieżka promieni wpadających do teleskopu UVOT została zaznaczona strzałkami. Światło wpada przez otwarte drzwi i biegnie wzdłuż tubusa, a następnie zostaje skierowane na detektor. Długi tubus redukuje „zabłąkanie” promieniowania tła. Detektor jest umieszczony między dwiema tarczami z filtrami. Za detektorem znajduje się część elektroniczna. Jest ona umieszczona przed zasilaniem teleskopu, które jest podłączone do dwóch oddzielnych modułów: głównego i zapasowego

kierowane na jeden z dwóch detektorów CCD, z których każdy posiada 11 filtrów umieszczonych na obrotowej tarczy. Są to:

- Filtr światła białego.
 - Wzmacniacz pola.
 - Dwa urządzenia o nazwie „grism” (specjalny pryzmat, a właściwie skrzyżowanie siatki dyfrakcyjnej i pryzmatu, do uzyskiwania widm).
 - Filtry U, V i B.
 - Dwa szerokopasmowe filtry UV z centrum na 180 i 260 nm.
 - Wąskopasmowy filtr UV z centrum na 220 nm.
- Filtry te pozwalają na obserwację widm w paśmie niebieskim lub UV (używając „grismów”).

3.1 Program naukowy

Teleskop UVOT poprawi

pozycję rozbłysku podaną przez BAT, osiągając dokładność do 0,3 sekund łuku. Następnie wykona serię zaprogramowanych uprzednio ekspozycji przy pomocy kombinacji filtrów. Program ten może zostać zmieniony podczas trwania misji w celu zoptymalizowania obserwacji optycznych i ultrafioletowych, które ujawnią zachowanie się rozbłysku i jego poświaty w czasie w różnych barwach. Dodatkowo, jeśli przesunięcie ku czerwieni rozbłysku będzie większe od jedności, obserwacje te mogą również dostarczyć jego pomiarów.

Źródło ilustracji: <http://swift.gsfc.nasa.gov/>

Autorka jest studentką astronomii na Uniwersytecie Mikołaja Kopernika w Toruniu. Artykuł powstał na podstawie jej pracy seminaryjnej



Agata Karska
Gracjan Maciejewski

Poszukiwanie gwiazd zmiennych w Obserwatorium w Piwnicach

Obecnie prowadzi się szereg projektów obserwacyjnych, których celem jest masowy przegląd dużych obszarów nieba. Zostały one zainicjowane przez jednego z najwybitniejszych uczonych naszych czasów — prof. Bohdana Paczyńskiego z Uniwersytetu w Princeton. Instrumenty obserwacyjne tego typu przeglądów przeważnie są ulokowane na kuli ziemskiej w miejscach charakteryzujących się klimatem szczególnie sprzyjającym obserwacjom, między innymi dużą liczbą bezchmurnych nocy w ciągu roku. Teleskopy te są praktycznie całkowicie zautomatyzowane, przy obsłudze których ingerencja człowieka jest ograniczona do minimum. Systematyczny napływ ogromnej liczby danych z każdej nocy wymusza opracowanie oprogramowania, które jest w stanie sprawnie zarządzać materiałem obserwacyjnym w czasie rzeczywistym. Niewątpliwie jednym z czołowych projektów tego typu jest *All Sky Automated Survey* (ASAS), realizowany przez dra Grzegorza Pojmańskiego z Uniwersytetu Warszawskiego.

Główną zaletą masowych przeglądów nieba jest przede wszystkim możliwość zebrania ogromnej próbki danych fotometrycznych dla różnych klas obiektów. Badania te służą między innymi udoskonalaniu naszej wiedzy na temat ewolucji gwiazd, umożliwiają detekcję planetoid, komet bądź zarejestrowanie pojaśnień towarzyszą-

cychjawiskom soczewkowania grawitacyjnego. Dają podstawę do badań statystycznych, a przy tym kalibrują metody badawcze. Możliwe staje się także odkrycie całkiem nowych, dotąd nie obserwowanych obiektów i zjawisk. Tymczasem tworzone jest kompletne archiwum, którego materiały mogą się okazać niezwykle cenne w przyszłości.

Obserwacje w Piwnicach

Semi-Automatic Variability Search (SAVS, Półautomatyczne Poszukiwanie Zmienności) jest projektem badawczym realizowanym w Obserwatorium Astronomicznym Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Piwnicach koło Torunia pod kierunkiem dra Andrzeja Niedzielskiego. Jego celem jest odkrywanie gwiazd zmiennych na obszarze nieba północnego, a także niejako przy okazji wyznaczanie momentów minimum lub maksimum jasności znanych gwiazd zmiennych krótkookresowych (w szczególności układów zaćmieniowych).

W odróżnieniu od typowych przeglądów nieba, projekt SAVS nie monitoruje w sposób ciągły całej dostępnej sfery niebieskiej, a jedynie kilkanaście wybranych pól gwiazdowych o łącznej powierzchni około 150 stopni kwadratowych. Taka strategia jest podyktowana brakiem możliwości wykonywania systematycznych obserwacji z powodu niezbyt korzystnych

warunków pogodowych panujących na terenie Polski. Niemniej jednak w praktyce średnio co trzecia noc w Obserwatorium w Piwnicach nadaje się przynajmniej częściowo do prowadzenia obserwacji. Pola do programu obserwacyjnego są wybierane pod kątem występowania w nich interesujących, z różnych względów, znanych gwiazd zmiennych. Jednocześnie są monitorowane setki pozostałych gwiazd pola. Niektóre z nich okazują się wcześniej nie znanyymi zmiennymi.

Instrument

Obserwacje są prowadzone za pomocą kamery CCD model ST-7, wyprodukowanej przez firmę Santa Barbara Instrument Group. Kamera ta bazuje na matrycy Kodak KAF-0401 i ma rozmiary 765 na 510 pikseli, z których każdy jest kwadratem o długości boku równym $9\text{ }\mu\text{m}$. Matryca jest schładzana termoelektrycznie 35°C poniżej temperatury otoczenia. Pozwala to w czasie obserwacji na obniżenie temperatury matrycy do zakresu od -10 do -25°C . Kamera jest podłączona do komputera przez złącze równolegle i sterowana oprogramowaniem dostarczonym przez jej producenta (w wersji dla Windows). W jej obudowie znajduje się koło z 5 filtrami SBIG CFW-8, z czego przy obserwacjach zwykle jest wykorzystywany filtr zielony, swoją charakterystyką zbliżony do pasma V systemu fotometrycznego UBV . W sporadycznych przypadkach obserwacje są przeprowadzane za pomocą filtra niebieskiego.

Za układ zbierający światło służy achromatyczny obiektyw MC APO Telezenitar-M o ogniskowej 135 mm i światłosile $f/2,8$. Jest to typowy obiektyw stosowany przy aparatach fotograficznych typu Zenit. Pole widzenia całego instrumentu wynosi 2 na 3 stopnie przy skali obrazu 13,8 sekundy łuku na piksel. Układ optyczny pozwala na detekcję gwiazd do około 13 wielkości gwiazdowej.

Instrument — kamera CCD plus obiektyw — jest osadzony na tubusie amatorskiego teleskopu Meade LX200. Teleskop ten jest wyposażony w elektronicznie sterowany montaż paralaktyczny widłowy, co umożliwia jego pełną kontrolę za pomocą komputera. Więcej informacji o opisany powyżej instrumencie — tak zwanej „małej

kamerze” — znajduje się w artykule Andrzeja Niedzielskiego *Nowa mała kamera w Piwnicach* („Urania-PA”, 677 (5/98), 206).

Znaczna automatyzacja instrumentu pozwala na wykonywanie obserwacji z pobliskiego budynku obserwatorium poprzez lokalną sieć komputerową. Rola obserwatora ogranicza się jedynie do uruchomienia bądź wyłączenia sprzętu oraz zdalnej kontroli jego pracy. W niedalekiej przyszłości jest planowana pełna automatyzacja systemu.

Oprogramowanie

Zebrany materiał obserwacyjny jest poddawany redukcji przy pomocy pół-automatycznego oprogramowania stworzonego na potrzeby projektu SAVS. Pozwala ono w łatwy sposób przejść od surowych obrazów nieba, uzyskanych kamerą CCD, do krzywych blasku poszczególnych gwiazd i ich analizy pod kątem detekcji periodycznej zmienności. Oprogramowanie jest uniwersalne, sprawdza się zarówno podczas pracy na niewielkich wycinkach nieba zawierających obrazy gromad otwartych (materiał udostępniony dzięki uprzejmości prof. Andrzeja Pigulskiego z Uniwersytetu Wrocławskiego), jak i na większych jego obszarach o rozmiarach kilku stopni.

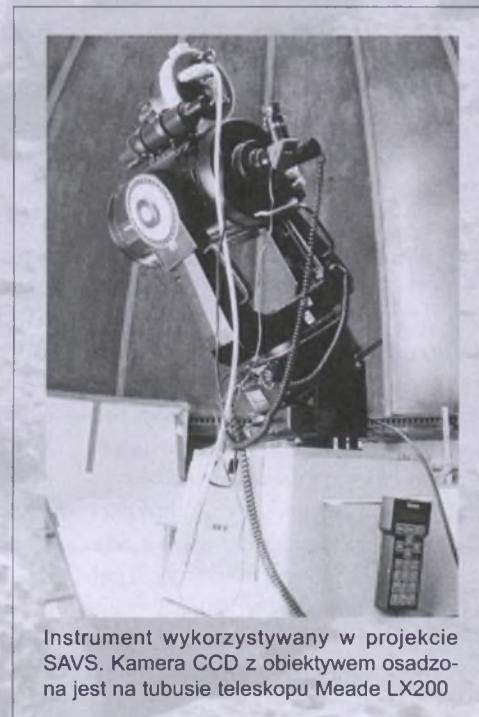
Proces redukcji danych można podzielić na dwa etapy. Na początku analizie są poddawane poszczególne obrazy nieba. Pierwszą czynnością, jaką wykonuje oprogramowanie po usunięciu efektów sprzętowych, takich jak prądem ciemny (*dark frame*) i winietowanie (*flat field*), jest detekcja gwiazd. Zadanie to sprawdza się do odnalezienia lokalnego maksimum zliczeń, interpretowanego jako centrum gwiazdy, a także do odrzucenia wszelkich obiektów niegwiazdowych (maksima w szumie, obiekty rozciągnięte, rozmyte, np. galaktyki, ślady po promieniowaniu kosmicznym) poprzez badanie ich morfologii.

Przy wyznaczaniu sygnału, który dociera do nas od gwiazdy, wykorzystuje się fotometrię aperturową. Polega ona na sumowaniu zliczeń w poszczególnych pikselach zawartych we-

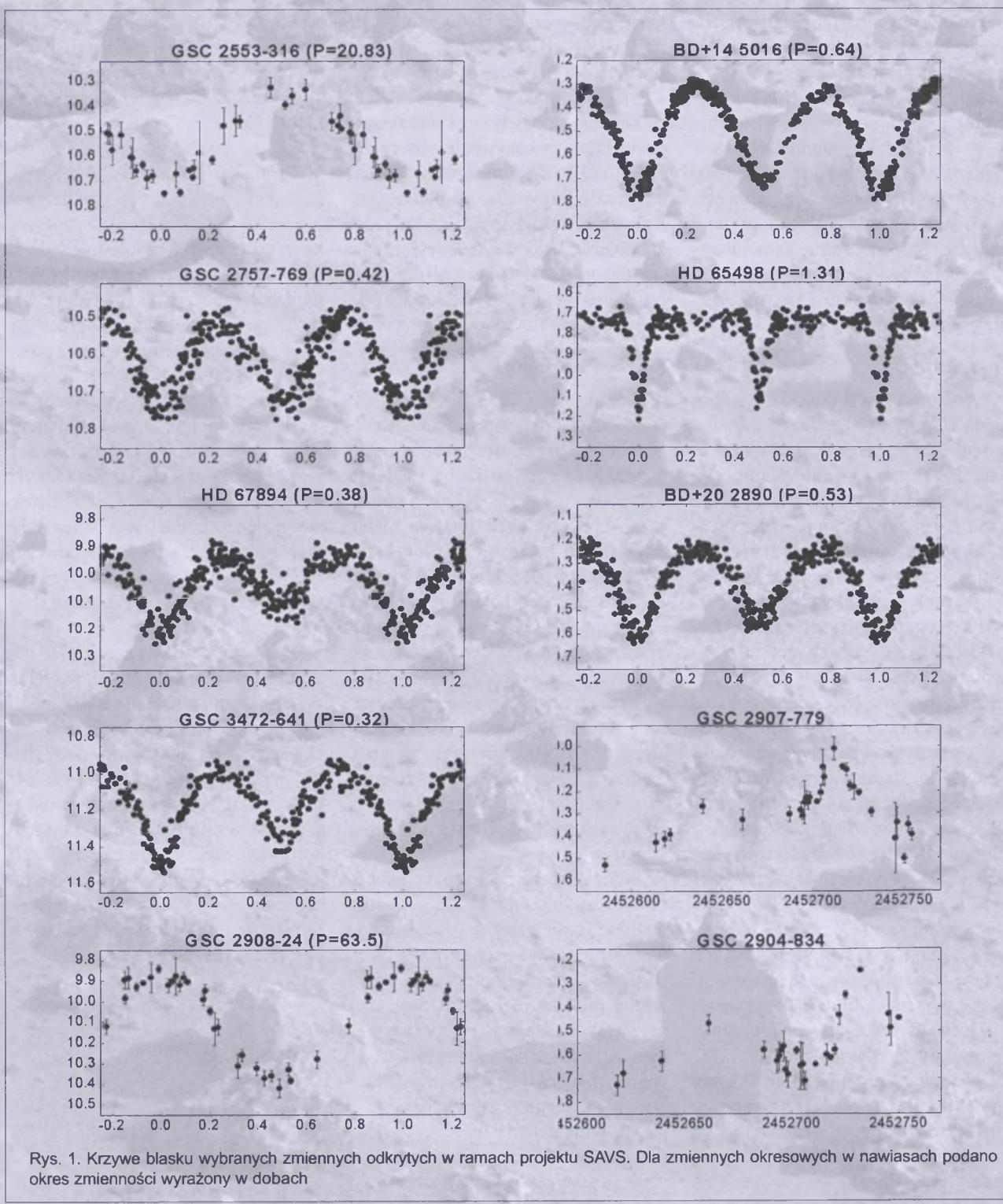
wnętrz okręgu o ustalonym promieniu i środku położonym w centrum gwiazdy. Oczywiście wartość tę pomniejsza się uprzednio o poziom jasności tła nieba.

Istotną rzeczą jest wykalibrowanie obrazka astrometrycznie. Z katalogu, bazującego na danych uzyskanych przez satelitę *Hipparcos*, wczytywana jest lista wszystkich jasnych (do 10 wielkości gwiazdowej) gwiazd występujących w obserwowanym polu. Obrazek, poprzez porównywanie pozycji występujących na nim gwiazd z utworzoną wirtualną mapą obserwowanego obszaru nieba, jest poddawany rotacji, translacjom oraz skalowaniu w taki sposób, aby otrzymać jak najlepszą transformację współrzędnych instrumentalnych na równikowe (rektascencję i deklinację). W celu osiągnięcia możliwie największej dokładności jest uwzględniana precesja wiekowa i ruchy własne gwiazd katalogowych.

Warto zwrócić uwagę, iż mierzona za pomocą fotometrii aperturowej jasność instrumentalna gwiazd stałych zwykle zmienia się podczas kolejnych ekspozycji. Wynika to zarówno z własności używanych detektorów, jak również zmiennych w czasie obserwacji warunków atmosferycznych. Aby stwierdzić rzeczywistą zmianę jasności gwiazdy, stosuje się więc fotometrię różnicową. Polega ona na mierzeniu różnic jasności między badanymi



Instrument wykorzystywany w projekcie SAVS. Kamera CCD z obiektywem osadzona jest na tubusie teleskopu Meade LX200



Rys. 1. Krzywe blasku wybranych zmiennych odkrytych w ramach projektu SAVS. Dla zmiennych okresowych w nawiasach podano okres zmienności wyrażony w dobach

gwiazdami a wcześniej wybraną gwiazdą porównania. Różnice te w przypadku gwiazd stałych są niezmienne w czasie (z dokładnością do błędu pomiaru) i nie zależą od przyjętego punktu zerowego skali jasności. Zazwyczaj przynajmniej dwie z rejestrowanych w danym polu gwiazd pełnią rolę gwiazd porównania.

Proces redukcji danych kończy się wygenerowaniem dla każdego obrazka listy występujących na nim gwiazd.

W kolejnym etapie tego typu pliki wynikowe są łączone w bazy danych, osobne dla poszczególnych pól. Dzięki temu użytkownik jest w stanie na bieżąco podglądać krzywe blasku zarejestrowanych gwiazd. Automatyczny algorytm analizuje krzywe jasności wszystkich gwiazd pod kątem detekcji periodycznej zmienności. Potencjalne kandydatki na zmienne są odpowiednio zaznaczane i mogą być dalej indywidualnie badane.

Pakiet oprogramowania wykorzystywany w projekcie SAVS jest ogólnodostępny na stronie internetowej <http://www.astri.uni.torun.pl/~gm/SAVS/> wraz z instrukcją obsługi oraz przykładowymi danymi.

Dotychczasowe rezultaty badań

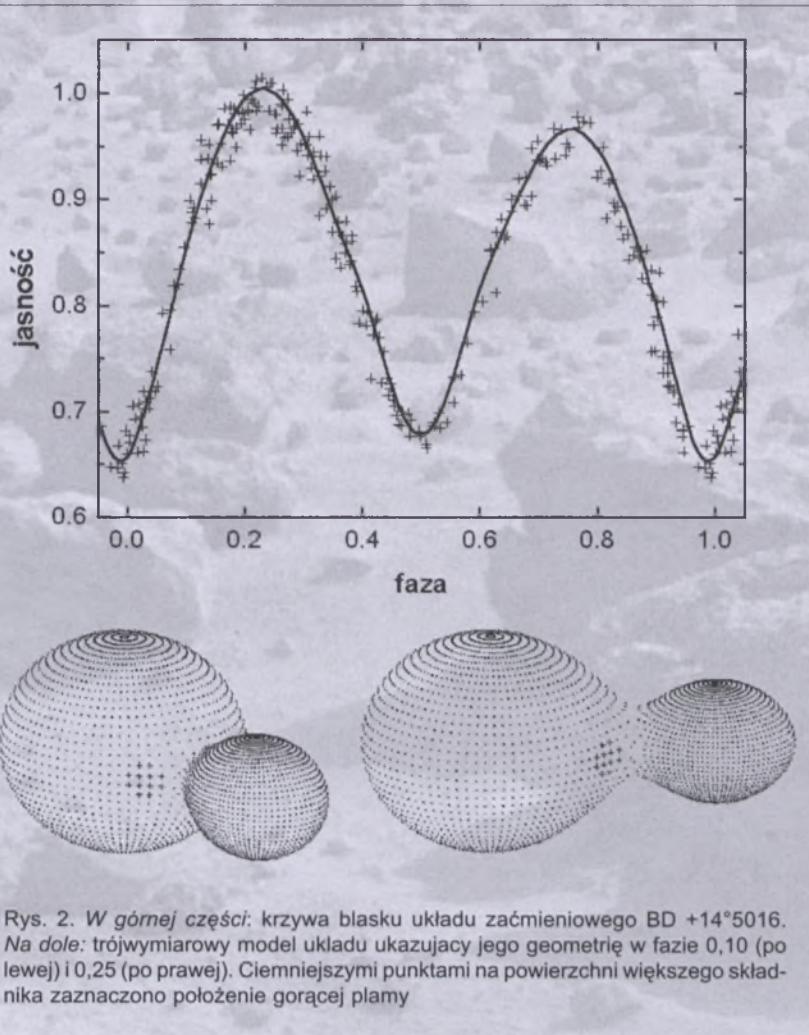
Systematyczne obserwacje w ramach projektu SAVS rozpoczęły się w połowie września 2002 r., po wcze-

niejszych 3 miesiącach obserwacji testowych. Do dnia dzisiejszego było monitorowanych ponad 12 tys. gwiazd, dla których zebrano ponad 1,5 mln pojedynczych pomiarów fotometrycznych. Spośród nich odkryto 16 nowych zmiennych, wśród których znajduje się 8 zmiennych zaćmieniowych, 3 gwiazdy pulsujące okresowe i 5 zmiennych nieregularnych. Krzywe blasku niektórych z nich znajdują się na rys. 1.

Na szczególną uwagę zasługuje jedna z nowo odkrytych zmiennych — BD+14°5016 (rys. 2). Fotometria wielobarwna wykazała jednoznacznie, iż jest ona przedstawicielką licznej grupy ciasnych układów kontaktowych (składniki układu wyraźnie łączą się w punkcie Lagrange'a L_1). Układy takie są prawdopodobnie następstwem ewolucyjnym układów typu β Lyrae. Początkowo jeden ze składników wypełnia swoją sferę Roche'a, po czym następuje transfer materii poprzez punkt Lagrange'a do drugiego składnika układu. Następnie zostaje wypełniona sfera Roche'a drugiego składnika i dochodzi do kontaktu między gwiazdami układu.

Krzywa zmian blasku zmiennej BD+14°5016 wskazuje na podobieństwo parametrów fizycznych obu składników układu kontaktowego. Podobne temperatury oraz rozmiary gwiazd przyczyniają się do zbliżonej głębokości minimów jasności. Natomiast zauważalna ciągła zmiana blasku wynika z widocznych odkształceń składników. Na podstawie analizy krzywej blasku, charakteryzującej się znacznym efektem O'Connella (różne wartości maksimów jasności), można wnioskować o istnieniu na powierzchni jednego ze składników obszaru o znacznie podwyższonej lub obniżonej temperaturze. Już po wstępny modelowaniu układu okazało się, że mamy w tym przypadku do czynienia z placą gorącą. Jej występowanie może świadczyć o przepływie materii z jednego składnika na drugi. Spowodowała ona zauważalną zmianę na krzywej blasku w postaci przesunięcia w fazie momentu minimum głównego (głębszego).

W trakcie poszukiwania nowych zmiennych obserwowano także znane krótkookresowe układy zaćmieniowe. Zebrane w ciągu roku materiał pozwo-



Rys. 2. W górnej części: krzywa blasku układu zaćmieniowego BD +14°5016. Na dole: trójwymiarowy model układu ukazujący jego geometrię w fazie 0,10 (po lewej) i 0,25 (po prawej). Ciemniejszymi punktami na powierzchni większego składnika zaznaczono położenie gorącej plamy

lił na wyznaczenie dla nich ponad 50 momentów minimów średnich (otrzymanych przez sumowanie danych z kilku kolejnych nocy obserwacyjnych, w celu poprawienia dokładności). Obserwacje tego typu są niezbędne do konstruowania tak zwanych diagramów O-C, służących do analizy zmian okresu układów podwójnych. Pozwalają one między innymi na wykrycie niewidocznego składnika układu wielokrotnego, a także na badanie przepływu materii pomiędzy poszczególnymi gwiazdami. Bogatą bazą tego typu danych dysponuje Obserwatorium Astronomiczne na Suhorze (Wyższa Szkoła Pedagogiczna w Krakowie).

Podsumowanie

Z całą pewnością zebrane w ramach projektu SAVS materiał obserwacyjny jest znacznie uboga niż materiał uzyskiwany przez w pełni automatyczne przeglądy nieba. Niemniej jednak stanowi on godną uwagi alternatywę dla jego zupełnie braku. Wykonywanie

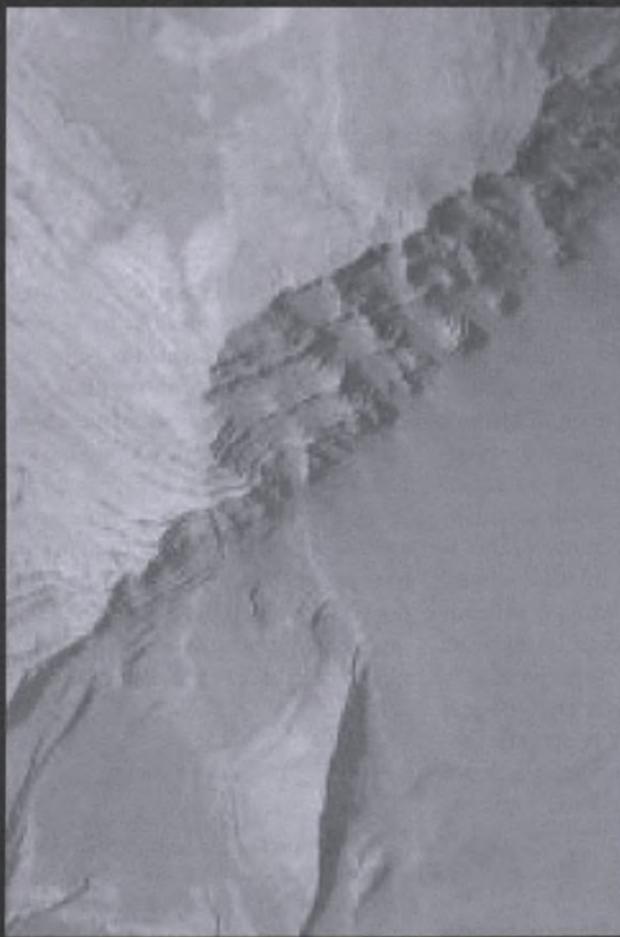
obserwacji w odstępach tygodniowych przez okres kilku miesięcy przyczyniło się do odkrycia gwiazd pulsujących długookresowych i nieregularnych. Z kolei krótkotrwale kampanie obserwacyjne, wykorzystujące kilku- lub kilkunastodniowe okresy sprzyjającej pogody, dostarczyły odkryć zmiennych krótkookresowych. Ponadto nieustannie rozrasta się archiwum tysięcy ekspozycji dokumentujących wygląd wybranych fragmentów nieba, co może okazać się niezwykle cenne w przyszłości.

Agata Karska jest uczennicą III klasy II LO im. M. Konopnickiej w Inowrocławiu. Od ponad roku aktywnie współpracuje z projektem SAVS

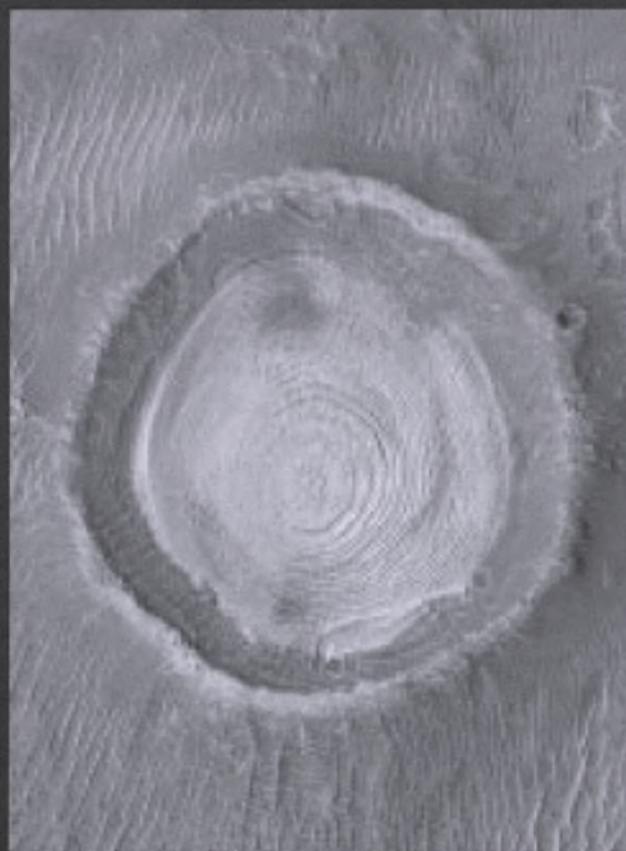
Gracjan Maciejewski jest doktorantem w Centrum Astronomii UMK, autorem opisanego w artykule oprogramowania, a także zapalonym obserwatorem

Mars jak na dłoni

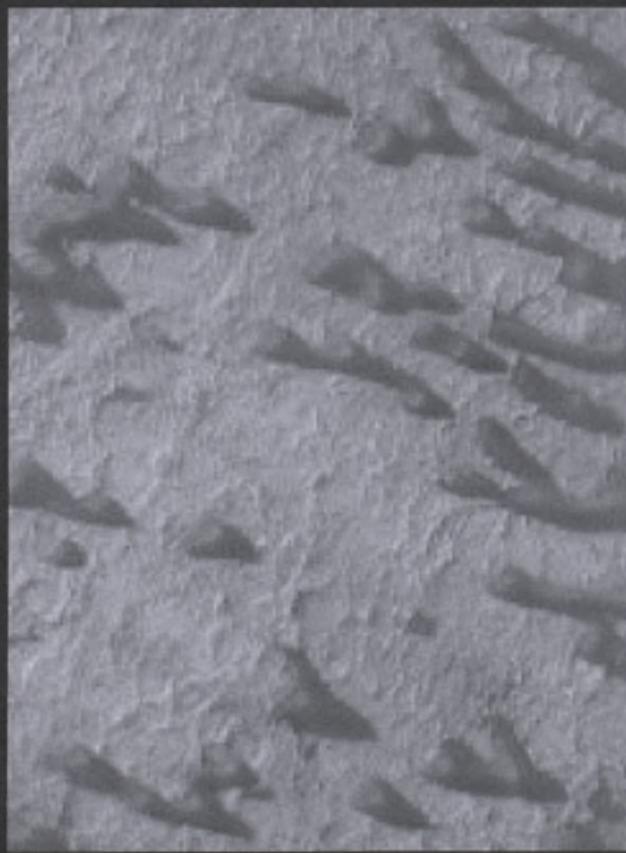
Trwa marsjańska gorączka. Niedawna wielka opozycja Czerwonej Planety spotkała się z zainteresowaniem mediów na całym świecie. Miliony oczu patrzyły na Marsa i w dalszym ciągu podziwiają jego blask na wieczornym niebie. Mimo bardzo korzystnego zbliżenia większość „przygodnych” obserwatorów mogła się poczuć rozczarowana nawet teleskopowym widokiem niewielkiej tarczki planety o lekko zróżnicowanym zabarwieniu. Warto jednak pamiętać, że cały czas powierzchnię Czerwonej Planety fotografują z bliska dwa orbity — *Mars Global Surveyor* (nieprzerwanie już od sześciu lat!) oraz *Mars Orbiter*, a w drodze na Marsa jest kolejnych pięć sond z trzema lądownikami! Siegnęliśmy tym razem do przebogatego archiwum Jet Propulsion Laboratory — <http://photojournal.jpl.nasa.gov/targetFamily/Mars> — by przybliżyć Państwu niektóre z ostatnio opublikowanych portretów fragmentów powierzchni Marsa, uzyskanych przez sondę MGS. Jeśli nie zostało to inaczej zaznaczone, oglądać będziemy obszary o rozmiarach około 3 na 5 km. (kr)



Zarówno na Ziemi, jak i na Marsie skały osadowe stanowią swoisty zapis przeszłości. Obrazy uzyskane dzięki kamerom sondy MGS ujawniły setki obszarów na powierzchni Czerwonej Planety, w których obserwuje się skały osadowe. Jak twierdzą fachowcy, mogą to być zarówno utwory wytrącone z roztworu wodnego, jak i złożą pyłu odkładające się w wyniku okresowo powtarzających się procesów. To zdjęcie przedstawia fragment krateru Terby ($27,5^{\circ}\text{S}$, $285,7^{\circ}\text{W}$)



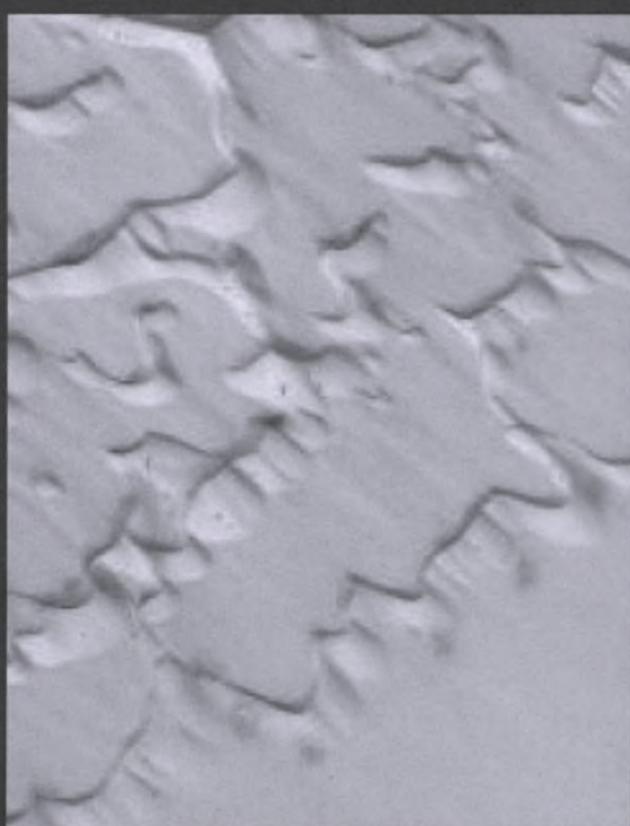
Tu widzimy stary krater uderzeniowy w północno-zachodniej części basenu Schiaparelliego ($0,9^{\circ}\text{S}$, $346,2^{\circ}\text{W}$). Wnętrze krateru jest wyraźnie uwarstwione, a regularny układ osadów nasuwa przypuszczenie, że krater był niegdyś wypełniony wodą.



Zdjęcie ukazuje ciemne wydmy w pobliżu środka krateru Schaeberle ($24,6^{\circ}\text{S}$, $310,3^{\circ}\text{W}$). Nachylenie najbardziej stromych stoków (na lewo i na prawo w góre, tj. zachód/północny-zachód) wskazuje, że wiatry wieją tu głównie z kierunku południowo-wschodniego



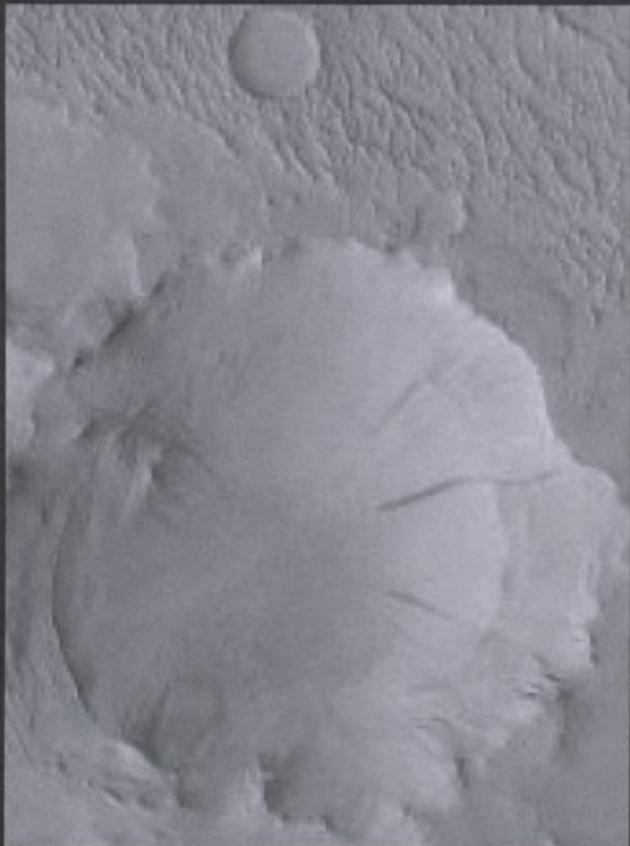
Z nadaniem marsjańskiej wiosny na południowej półkuli pylowe wydmy pokrywają się ciemnymi plamami. Proces ich powstawania nie został do końca wyjaśniony, prawdopodobnie sublimujący szron z dwutlenku węgla pozostawia po sobie takie właśnie ślady. Współrzędne tego obszaru: $61,8^{\circ}\text{S}$, $160,5^{\circ}\text{W}$



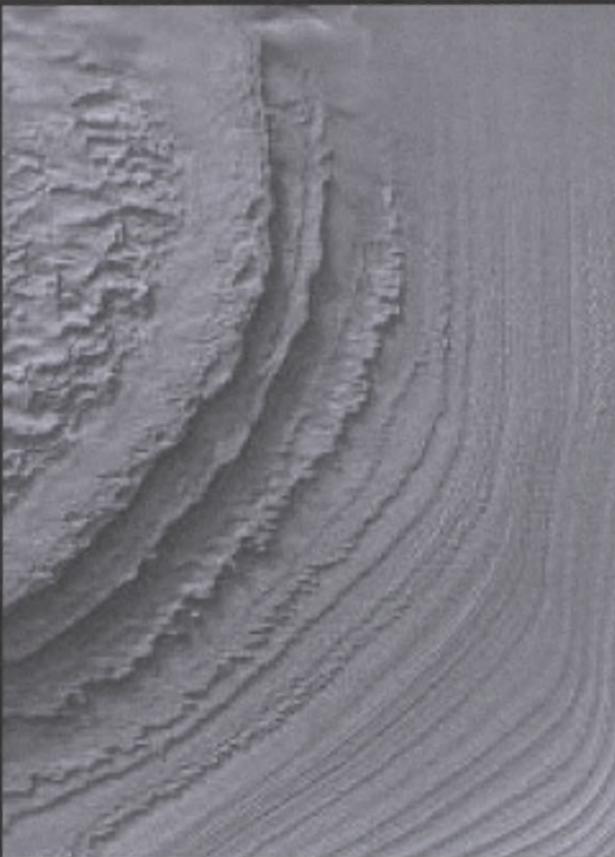
Pylowe wydmy w pobliżu biegunów zwykle pokrywa szron złożony z dwutlenku węgla. Na obszarach, w których szron zanika, pojawiają się już charakterystyczne ciemniejsze kropki (niektóre otoczone obwódką – w prawej dolnej części zdjęcia). To obszar o współrzędnych $84,7^{\circ}\text{N}$, $358,8^{\circ}\text{W}$



Łańcuszek zagłębień utworzonych najprawdopodobniej wskutek zapadnięcia się części terenu Tractus Catena ($28,5^{\circ}\text{N}$, $102,9^{\circ}\text{W}$). W górnym fragmencie ściany każdego z zagłębień widoczne są warstwy skał osadowych



Zdjęcie ukazuje stary krater uderzeniowy, niegdyś przysypany pyłem, a następnie częściowo odsłonięty. Na wschodniej ścianie krateru (po prawej na zdjęciu) widoczne są ciemne smugi pozostawione przez pylowe lawiny. Współrzędne obszaru: $20,9^{\circ}\text{N}$, $320,8^{\circ}\text{W}$



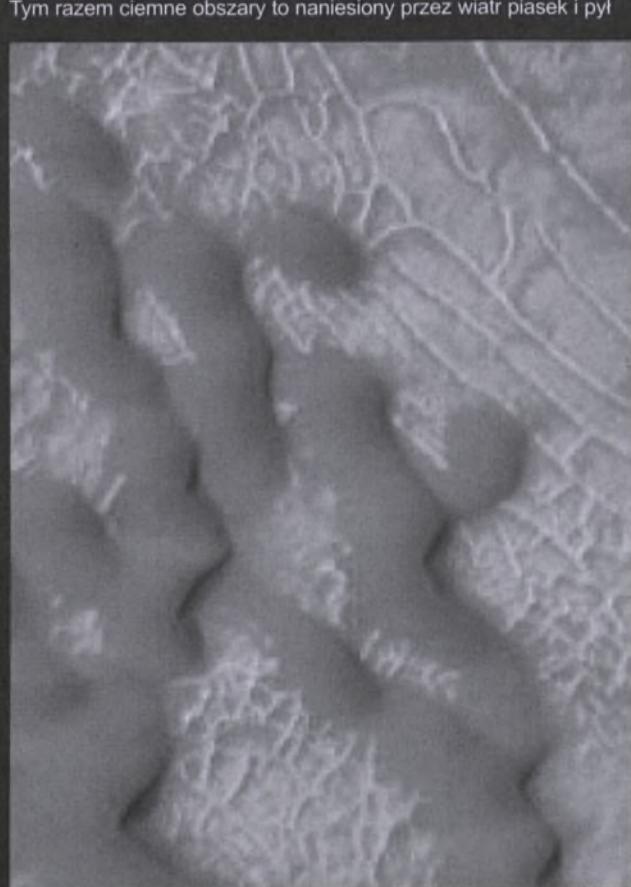
Warstwy osadowe w kraterze Galle ($52,3^{\circ}\text{S}$, $30,1^{\circ}\text{W}$). Słońce oświetla ten krajobraz z góry i z lewej strony



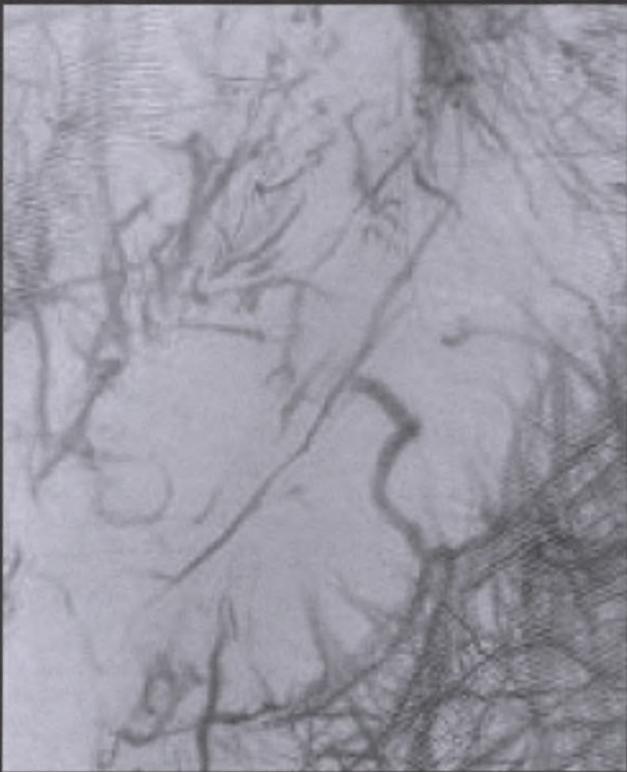
Zdjęcie to przedstawia fragment uwarstwionego terenu wewnątrz bezimiennego krateru w zachodniej części krainy Arabia Terra (8°N , 7°W). Tym razem ciemne obszary to nanieiony przez wiatr piasek i pył



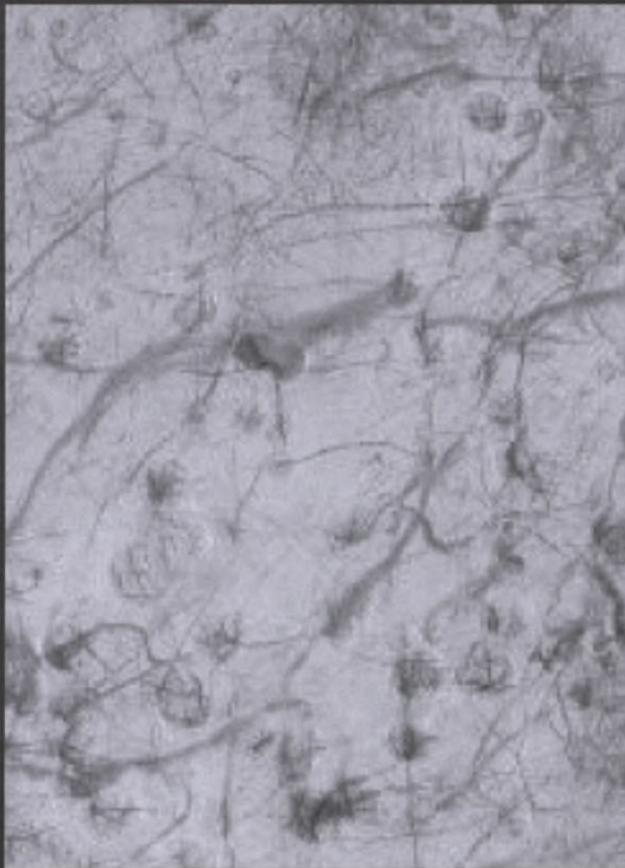
Widzimy tu wyrzeźbione przez wiatr „rowki” na równinie położonej na północny-zachód od jednego z wulkanów rejonu Tharsis, Ascraeus Mons ($16,0^{\circ}\text{N}$, $107,6^{\circ}\text{W}$). Dwa stare kratery uderzeniowe oraz pole piaszczystych wydm najprawdopodobniej pokryte zostały niegdyś grubą warstwą wulkanicznego pyłu, w której wiatry wiejące z północnego-zachodu ukształtowały obecną formę krajobrazu. Oglądamy obszar o rozmiarach około 1,7 na 3 km



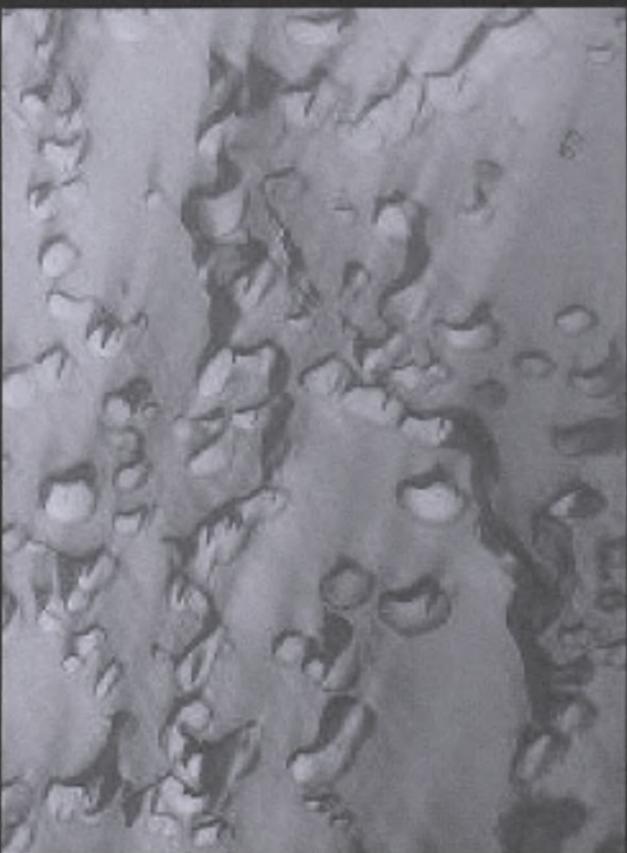
Ciemne, piaszczyste wydmy (Słońce oświetla teren z lewej strony!) na tle dość regularnej siatki pęknięć podłożu krateru o współrzędnych $36,5^{\circ}\text{S}$, $219,0^{\circ}\text{W}$. Zdjęcie obejmuje fragment powierzchni o wielkości 1,2 na 2 km



Jedną z bardziej uderzających już na pierwszy rzut oka formacji na powierzchni Czerwonej Planety są wyraźne ciemne smugi, pozostawiane przez przemieszczające się piaskowe wiry. Na podobieństwo ziemskiego tornado wznoszące się cieplejsze masy marsjańskiej atmosfery usuwają jaśniejszy materiał osadu piaskowego, odsłaniając ciemniejszy grunt pod spodem. Współrzędne tego obszaru: $48,5^{\circ}\text{S}$, $43,0^{\circ}\text{W}$



Wczesne lato na południowej półkuli Marsa sprzyja powstawaniu piaskowych wirów, pozostawiających charakterystyczne ciemne smugi ($40,2^{\circ}\text{S}$, $237,7^{\circ}\text{W}$)



Piaszczyste wydmy polożone w obszarze biegunowym ($84,6^{\circ}\text{N}$, $358,5^{\circ}\text{W}$) oświetlają promienie słoneczne, powodując widoczne znaki zanikania szronu (ciemne smugi i oświetlone przez Słońce z lewej strony z dołu stoki wydm)



Dziesiątki warstw osadowych, wypełniających wnętrze bezimiennego krateru rejonu Arabia (8°N , 7°W)

Kosmiczni włóczędy

Angielscy i amerykańscy astronomowie odkryli nie znaną dotychczas populację gromad gwiazd w przestrzeni, którą do tej pory uważano za zupełnie pustą.

Większość galaktyk jest otoczona przez dziesiątki, setki czy nawet tysiące starych gromad gwiazd, które krążą wokół nich niczym pszczoły wokół ula. Nasza Galaktyka Drogi Mlecznej ma około 150 takich „pszczół”, zwanych gromadami kulistymi. Gromady kuliste to zbiór liczący do miliona gwiazd, które dzięki grawitacji tworzą gęstą grupę gwiazdną sferycznego kształtu. Badania gromad kulistych dostarczają informacji o formowaniu ich macierzystych galaktyk.



Zdjęcie wykonane przez Kosmiczny Teleskop Hubble'a ukazuje mały obszar przestrzeni z dużą grupą kilku tysięcy galaktyk znajdujących się około 400 mil lat świetlnych od Ziemi. Kwadratami oznaczono cztery bardzo liczne "osierocone" gromady gwiazd odkryte niedawno przez zespół astronomów kierowany przez dra Michaela Westa z Uniwersytetu Hawajskiego. Źródło: Dr Michael J. West (University of Hawaii)

Odkrycie nowego typu gromady gwiazd nastąpiło dzięki zdjęciom z Kosmicznego Teleskopu Hubble'a oraz wielkiego 10-metrowego optycznego Teleskopu Kecka na Mauna Kea na Hawajach. Znaleziono bardzo wiele „osieroconych” gromad gwiazd, nie związanych z żadnymi galaktykami. Gromady te swobodnie wędrują w przestrzeni niby kosmiczni włóczędy.

Chociaż istnienie takich samotnych gromad zostało przewidziane przeszło 50 lat temu, dopiero teraz teorie udało się poprzeć obserwacjami. Odkrycie dostarczyło również informacji o pochodzeniu tych obiektów. Według uczonych te gromady kuliste zasiedlały nigdyś galaktyki, podobnie jak gromady kuliste, które dziś obserwujemy w pobliskich galaktykach. Siła grawitacji pochodząca od innych napotykanych galaktyk mogła od-

ciągnąć gwiazdy czy gromady gwiazd od ich galaktyk macierzystych. Mogło też czasem dojść do tego, że cała galaktyka została zniszczona albo zniszczona w wyniku kolizji z inną galaktyką czy też w wyniku zbiorowego oddziaływania grawitacyjnego pochodzącego od sąsiednich galaktyk. Wydaje się, że częściowe czy całkowite zniszczenie galaktyk macierzystych spowodowało rozruszczenie gromad kulistych w przestrzeni międzygalaktycznej.

Odnalezienie tych samotnych gromad kulistych nie było łatwe. Z wyjątkiem jednego przypadku wszystkie odnalezione przez grupę badawczą gromady znajdują się miliony lat świetlnych od nas i wyglądają jak punkty światła w mroku ciemności. Obiekty te są bardzo słabe, ludzkie oko musiałoby być około miliiarda razy czulsze, aby móc je dostrzec. Były one również na granicy zdolności detekcji Teleskopu Hubble'a.

Badania tych kosmicznych włóczęgów mogą pomóc w oszacowaniu liczby oraz typów galaktyk, które do tej pory mogły ulec zniszczeniu. Niektóre z tych osieroconych gromad gwiazd mogą zostać zaadoptowane przez inne galaktyki, jeśli zblądzą wystarczająco blisko, aby grawitacja danej galaktyki mogła przechwycić sierotę.

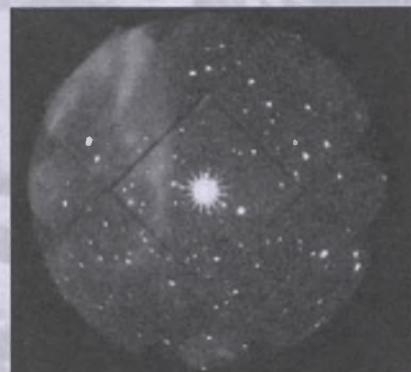
Przedstawione badania zostały zaprezentowane na zakończonym właśnie 25 Zjeździe Międzynarodowej Unii Astronomicznej w Sydney w Australii.

Karolina Zawada

XMM-Newton zmierzył pole magnetyczne umarłej gwiazdy

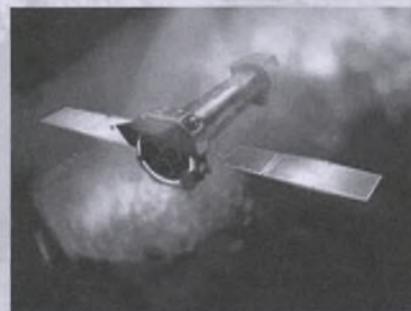
Dzięki wspaniałej czułości rentgenowskiego obserwatorium XMM-Newton, zespół europejskich astronomów dokonał bezpośrednich pomiarów pola magnetycznego gwiazdy neutronowej. Wyniki pozwalają na głęboki wgląd w fizykę gwiazd neutronowych i odsłaniają nowe zagadki o końcu ich żywota.

Gwiazda neutronowa to bardzo gęste ciało niebieskie, którego masa rzędu naszego Słońca jest upakowana w kuli o rozmiarach 20-30 km. Jest ona produktem gwiazdowej eksplozji, zwanej supernową, w której większość materii gwiazdy jest wyrzucona w przestrzeń, ale jej zapadnięte grawitacyjnie „serce” pozostaje w formie supergęstej, gorącej kuli złożonej z neutronów i niezwykle szybko wirującej. Gwiazdy neutronowe są niezwykle gorące, kiedy się rodzą, ale



Gwiazda neutronowa 1E1207.4-5209 widoczna jest jako jasny żółtawy obiekt w centrum obrazu, który został zrobiony przez kamerę EPIC (European Photon Imaging Camera) na pokładzie obserwatorium rentgenowskiego XMM-Newton należącego do Europejskiej Agencji Kosmicznej (ESA). Obraz jest rezultatem najdłuższych obserwacji wykonanych do tej pory jednego obiektu galaktycznego przez XMM-Newton. Źródło: ESA/CESR

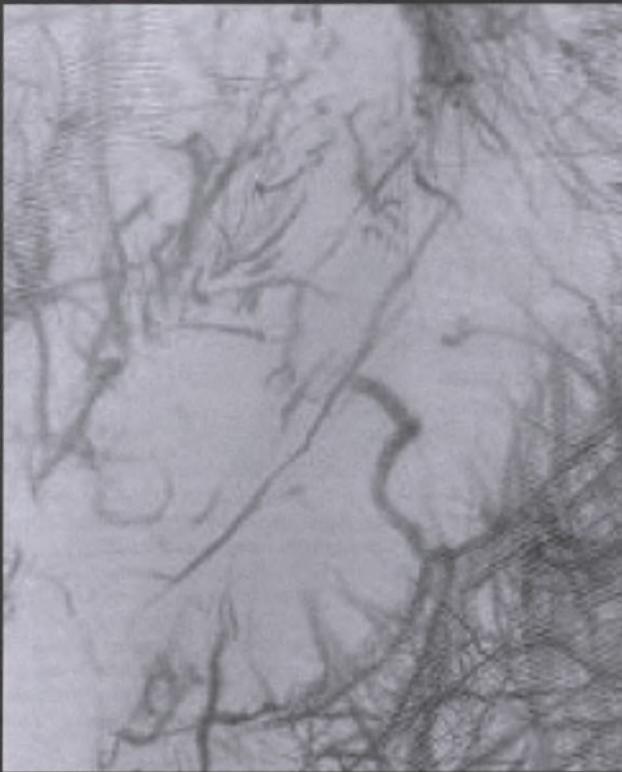
bardzo szybko się ochładzają. Dlatego też tylko niektóre z nich emitują energetyczne promieniowanie typu rentgenowskiego. Z tego też względu gwiazdy neutronowe są tradycyjnie badane na falach radiowych, mniej energetycznych od promieni X, w których jawnie się w postaci pulsów promieniowania. Niewiele gwiazd neutronowych może być zatem obserwowana na falach X za pomocą teleskopów rentgenowskich, takich jak XMM-Newton, należący do Europejskiej Agencji Kosmicznej (ESA).



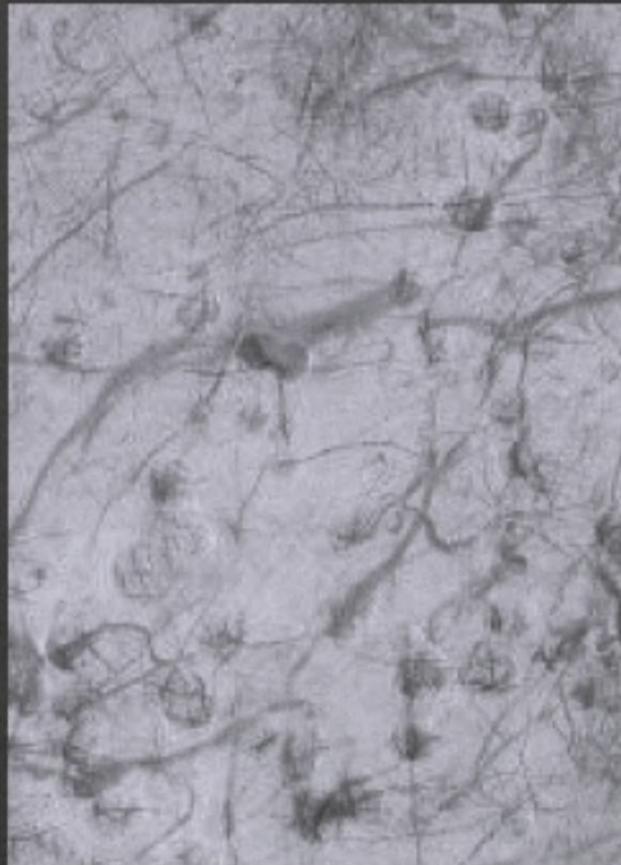
XMM-Newton, najczulszy satelita rentgenowski. Źródło: ESA, Medialab

W naszej Galaktyce jest około 100 mln gwiazd neutronowych. Do dzisiaj tylko 1400 zostało odkrytych dzięki ich radiowemu promieniowaniu, spośród nich 50 jest znane jako emitujące promieniowanie rentgenowskie.

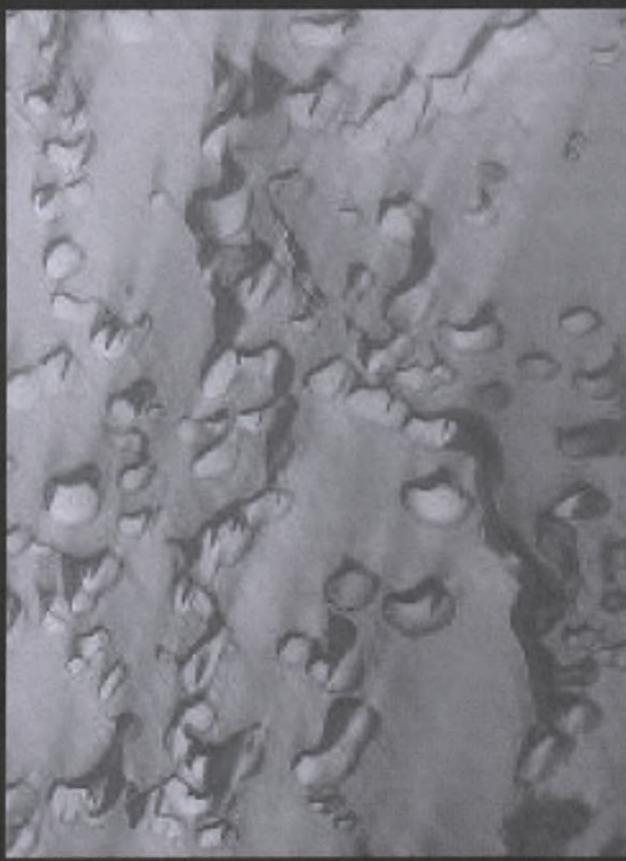
Jedną z takich gwiazd jest 1E1207.4-5209. Prowadząc najdłuższe w historii XMM obserwacje (72 godziny), prof. Giovanni Bignami (z Centre d'Etude Spatiale des Rayonnements — CESR) i jego zespół zmierzył natężenie pola magnetycznego tej gwiazdy. Jest to pierwszy



Jedną z bardziej uderzających już na pierwszy rzut oka formacji na powierzchni Czerwonej Planety są wyraźne ciemne smugi, pozostawiane przez przemieszczające się piaskowe wiry. Na podobieństwo ziemskiego tornada wznoszące się cieplejsze masy marsjańskiej atmosfery usuwają jaśniejszy materiał osadu piaskowego, odsłaniając ciemniejszy grunt pod spodem. Współrzędne tego obszaru: $48,5^{\circ}\text{S}$, $43,0^{\circ}\text{W}$



Wczesne lato na południowej półkuli Marsa sprzyja powstawaniu piaskowych wirów, pozostawiających charakterystyczne ciemne smugi ($40,2^{\circ}\text{S}$, $237,7^{\circ}\text{W}$)



Piaszczyste wydmy położone w obszarze biegunowym ($84,6^{\circ}\text{N}$, $358,5^{\circ}\text{W}$) oświetlają promienie słoneczne, powodując widoczne znaki zanikania szronu (ciemne smugi i oświetlone przez Słońce z lewej strony z dołu stoki wydm)

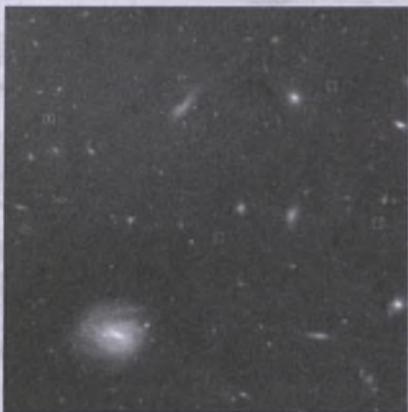


Dziesiątki warstw osadowych, wypełniających wnętrze bezimiennego krateru rejonu Arabia (8°N , 7°W)

Kosmiczni włóczędy

Angielscy i amerykańscy astronomowie odkryli nie znaną dotychczas populację gromad gwiazd w przestrzeni, którą do tej pory uważano za zupełnie pustą.

Większość galaktyk jest otoczona przez dziesiątki, setki czy nawet tysiące starych gromad gwiazd, które krajają wokół nich niczym pszczoły wokół ula. Nasza Galaktyka Drogi Mlecznej ma około 150 takich „pszczół”, zwanych gromadami kulistymi. Gromady kuliste to zbiór liczący do miliona gwiazd, które dzięki grawitacji tworzą gęstą grupę gwiazdową sferycznego kształtu. Badania gromad kulistych dostarczają informacji o formowaniu ich macierzystych galaktyk.



Zdjęcie wykonane przez Kosmiczny Teleskop Hubble'a ukazuje mały obszar przestrzeni z dużą grupą kilku tysięcy galaktyk znajdujących się około 400 mln lat świetlnych od Ziemi. Kwadratami oznaczono cztery bardzo liczne "osierocone" gromady gwiazd odkryte niedawno przez zespół astronomów kierowany przez dr Michaela Westa z Uniwersytetu Hawajskiego. Źródło: Dr Michael J. West (University of Hawaii)

Odkrycie nowego typu gromady gwiazd nastąpiło dzięki zdjęciom z Kosmicznego Teleskopu Hubble'a oraz wielkiego 10-metrowego optycznego Teleskopu Kecka na Mauna Kea na Hawajach. Znaleziono bardzo wiele „osieroconych” gromad gwiazd, nie związanych z żadnymi galaktykami. Gromady te swobodnie wędrują w przestrzeni niby kosmiczni włóczędy.

Chociaż istnienie takich samotnych gromad zostało przewidziane przeszło 50 lat temu, dopiero teraz teorie udało się poprzeć obserwacjami. Odkrycie dostarczyło również informacji o pochodzeniu tych obiektów. Według uczonych te gromady kuliste zasiedlały niegdyś galaktyki, podobnie jak gromady kuliste, które dziś obserwujemy w pobliskich galaktykach. Siła grawitacji pochodząca od innych napotykanych galaktyk mogła od-

ciągnąć gwiazdy czy gromady gwiazd od ich galaktyk macierzystych. Mogło też czasem dojść do tego, że cała galaktyka została zniekształcona albo zniszczona w wyniku kolizji z inną galaktyką czy też w wyniku zbiorowego oddziaływania grawitacyjnego pochodzącego od sąsiednich galaktyk. Wydaje się, że częściowe czy całkowite zniszczenie galaktyk macierzystych spowodowało rozrzucenie gromad kulistych w przestrzeń międzygalaktyczną.

Odnalezienie tych samotnych gromad kulistych nie było łatwe. Z wyjątkiem jednego przypadku wszystkie odnalezione przez grupę badawczą gromady znajdują się miliony lat świetlnych od nas i wyglądają jak punkty światła w morzu ciemności. Obiekty te są bardzo słabe, ludzkie oko musiałoby być około miliiarda razy czulsze, aby móc je dostrzec. Były one również na granicy zdolności detekcji Teleskopu Hubble'a.

Badania tych kosmicznych włóczęgów mogą pomóc w oszacowaniu liczby oraz typów galaktyk, które do tej pory mogły ulec zniszczeniu. Niektóre z tych osieroconych gromad gwiazd mogą zostać zaadoptowane przez inne galaktyki, jeśli zblądzą wystarczająco blisko, aby grawitacja danej galaktyki mogła przechwycić sierotę.

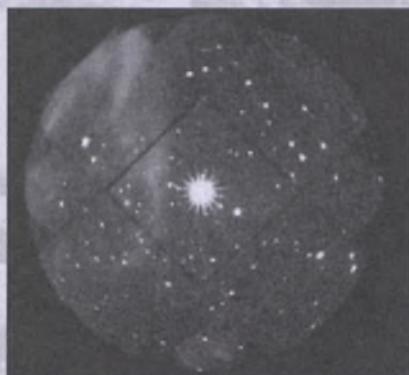
Przedstawione badania zostały zaprezentowane na zakończonym właśnie 25 Zjeździe Międzynarodowej Unii Astronomicznej w Sydney w Australii.

Karolina Zawada

XMM-Newton zmierzył pole magnetyczne umarłej gwiazdy

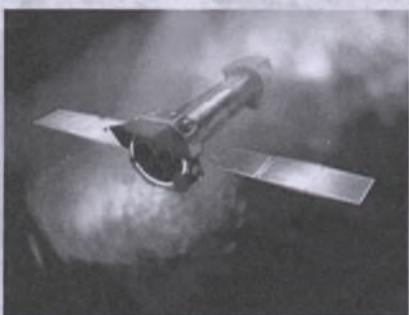
Dzięki wspaniałej czułości rentgenowskiego obserwatorium XMM-Newton, zespół europejskich astronomów dokonał bezpośrednich pomiarów pola magnetycznego gwiazdy neutronowej. Wyniki pozwalają na głęboki wgląd w fizykę gwiazd neutronowych i odsłaniają nowe zagadki o końcu ich żywota.

Gwiazda neutronowa to bardzo gęste ciało niebieskie, którego masa rzędu naszego Słońca jest upakowana w kuli o rozmiarach 20-30 km. Jest ona produktem gwiazdowej eksplozji, zwanej supernową, w której większość materii gwiazdy jest wyrzucona w przestrzeń, ale jej zapadnięte grawitacyjnie „serce” pozostaje w formie supergęstej, gorącej kuli złożonej z neutronów i niezwykle szybko wirującej. Gwiazdy neutronowe są niezwykle gorące, kiedy się rodzą, ale



Gwiazda neutronowa 1E1207.4-5209 wyjątkowa jest jako jasny żółtawy obiekt w centrum obrazu, który został zrobiony przez kamerę EPIC (European Photon Imaging Camera) na pokładzie obserwatorium rentgenowskiego XMM-Newton należącego do Europejskiej Agencji Kosmicznej (ESA). Obraz jest rezultatem najdłuższych obserwacji wykonanych do tej pory jednego obiektu galaktycznego przez XMM-Newton. Źródło: ESA/CESR

bardzo szybko się ochładzają. Dlatego też tylko niektóre z nich emitują energetyczne promieniowanie typu rentgenowskiego. Z tego też względu gwiazdy neutronowe są tradycyjnie badane na falach radiowych, mniej energetycznych od promieni X, w którychjawią się w postaci pulsów promieniowania. Niewiele gwiazd neutronowych może być zatem obserwowana na falach X za pomocą teleskopów rentgenowskich, takich jak XMM-Newton, należący do Europejskiej Agencji Kosmicznej (ESA).



XMM-Newton, najczulszy satelita rentgenowski. Źródło: ESA, Medialab

W naszej Galaktyce jest około 100 milionów gwiazd neutronowych. Do dzisiaj tylko 1400 zostało odkrytych dzięki ich radiowemu promieniowaniu, spośród nich 50 jest znane jako emitujące promieniowanie rentgenowskie.

Jedną z takich gwiazd jest 1E1207.4-5209. Prowadząc najdłuższe w historii XMM obserwacje (72 godziny), prof. Giovanni Bignami (z Centre d'Etude Spatiale des Rayonnements — CESR) i jego zespół zmierzyli natężenie pola magnetycznego tej gwiazdy. Jest to pierwszy

bezpośredni pomiar pola magnetycznego gwiazdy neutronowej. Wszystkie pośrednie oszacowania były jedynie pośrednie. Bazowały np. na teoretycznych założeniach opisujących grawitacyjne zapadanie się gwiazdy albo na badaniu spowalniania rotacji gwiazdy neutronowej, opierając się na danych radioastronomicznych.

Promieniowanie X emitowane przez gwiazdę neutronową musi przejść przez jej pole magnetyczne, zanim ucieknie w przestrzeń międzygwiazdową. Po drodze cząstki w polu magnetycznym mogą ukraść nieco umykającego promieniowania, zaznaczając to jednocześnie charakterystycznym znakiem w widmie — linią absorpcyjną (tzw. cyklotronowa rezonansowa linia magnetyczna). Właśnie zaobserwowanie tego śladu w widmie umożliwiło prof. Bignami zmierzenie natężenia pola magnetycznego gwiazdy neutronowej.

W przypadku 1E1207.4-5209 bezpośrednie pomiary przy użyciu XMM-Newton daly pola magnetyczne 30 razy słabsze niż przewidywania bazujące na metodach pośrednich. Jak to wyjaśnić? Astronomowie mogą mierzyć tempo spowalniania obrotu gwiazdy neutronowej. Do tej pory zawsze zakładali, że przyczyną tego spowolnienia jest „tarcie” między polem magnetycznym gwiazdy a jej otoczeniem. W obecnej sytuacji można się spodziewać, że coś dodatkowo wywiera nacisk na gwiazdę, ale co? Spekuluje się, że może to być jakiś niewielki dysk utworzony wokół gwiazdy z pozostałości po wybuchu supernowej, powodujący dodatkowy czynnik spowalniający.

Pozostaje pytanie, czy 1E1207.4-5209 jest obiektem wyjątkowym? Astronomowie mają nadzieję przekonać się o tym, prowadząc dalsze obserwacje gwiazd neutronowych za pomocą teleskopu XMM-Newton.

Krzysztof T. Chyży

Teleskop Hubble'a śledzi ciemną materię w gromadzie galaktyk

Wykorzystując zjawisko soczewkowania grawitacyjnego, europejscy i amerykańscy astronomowie skonstruowali szczegółową „mapę masy” jednej z największych struktur we Wszechświecie. Wierzą, że doprowadzi to do lepszego zrozumienia sposobu powstawania tych potężnych układów i do zrozumienia kluczowej roli, jaką odgrywa w nich ciemna materia.



Mapa masy gromady galaktyk CL0024+1654 stworzona dzięki szczegółowym obserwacjom teleskopu Hubble'a. Niebieska część obrazu odpowiada mapie rozkładu ciemnej materii, czerwona (pomarańczowa) część to obraz świecącej materii — galaktyki w gromadzie. Źródło: European Space Agency, NASA, Jean-Paul Kneib (Observatoire Midi-Pyrénées, France/Caltech, USA)

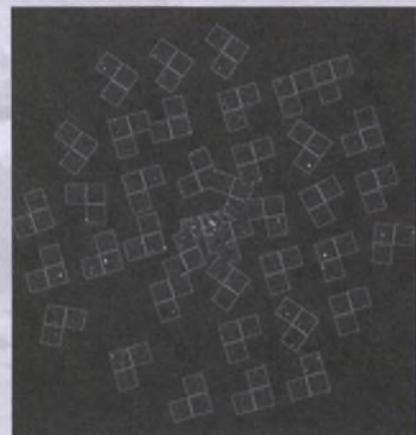
Gromady galaktyk to największe stabilne układy we Wszechświecie. Są one jakby laboratoriemi, w których można badać powiązania między rozkładem ciemnej i widocznej materii. W latach 30. ubiegłego wieku Fritz Zwicky, astronom z Kalifornijskiego Instytutu Technologii, pracując w obserwatorium na Mount Wilson, zauważał coś dziwnego w ruchu grup galaktyk ulokowanych dziesiątki milionów lat świetlnych od nas. Ich prędkość (prędkość jednej względem drugiej) była tak duża, że przyciąganie grawitacyjne pochodzące od świecącej materii było za małe, by utrzymać galaktyki razem w jednym układzie. A przecież trzymały się razem!

Widoczny składnik gromad galaktyk (miliardy gwiazd w każdej z tysięcy galaktyk) to jedynie niewielki ułamek ich całkowitej masy. Ponad 80% materii to niewidoczna, tak zwana „ciemna materia”. Chociaż o obecności ciemnej materii astronomowie wiedzą od dawna, problem polega na sposobie obserwacji jej rozkładu w przestrzeni — wszak ciemna materia nie świeci.

Grupa astronomów użyła Teleskopu Hubble'a do zrekonstruowania mapy rozkładu masy w gromadzie CL0024+1654. Ucznieli po raz pierwszy zobaczyli, jak zagadkowa ciemna materia rozłożona jest względem galaktyk. Śledzenie ciemnej materii nie jest łatwym zadaniem, ponieważ ona nie świeci. Aby zbadać rozkład, skoncentrowano się na dużo słabszych i odleglejszych galaktykach położonych za badaną gromadą. Kształt tych odległych obiektów jest zniekształcony w wyniku grawitacji, jaką wywiera na nie gromada. Dzięki takim zniekształceniom można oszacować, jaka musi być masa gromady, aby wywołać taki efekt znany jako „słabe soczewkowanie grawitacyjne”.

Teleskop Hubble'a poświęcił 120 godz. obserwacji, aby zbadać rozkład ciemnej materii w gromadzie — nigdy jeszcze HST nie badał żadnej gromady galaktyk aż tak długo. Obiekt znajduje się 4,5 mld lat świetlnych od Ziemi (tak długo biegło do nas światło z tej gromady przez Wszechświat, który liczy sobie około 14 mld lat). Mimo że jest tak odległa, mierzona średnica kątowa gromady dorównuje niemal średnicy Księżyca widzianego z Ziemi.

Badania pokazały, że gęstość ciemnej materii spada raptownie wraz ze wzrostem odległości od centrum gromady, co potwierdza wcześniejsze symulacje komputerowe. Zespół uczonych zauważyl, że ciemna materia wydaje się grupować na obrazie powstałej mapy. Stwierdzono koncentracje ciemnej materii stwarzające z galaktykami, o których wiadomo, że powoli spadają na gromadę. CL0024+1654 wzrasta w wyniku łączenia takich pomniejszych grup galaktyk, które już stanowią układ związanego dzięki ciemnej materii, która jest jak klej spajający poszczególne świecące składniki.



Podczas 5 dni obserwacji Hubble Wide Field and Planetary Camera 2 umieszczona na teleskopie Hubble'a stworzyła 39 zdjęć potrzebnych do sporządzenia mapy rozkładu masy gromady galaktyk CL0024+1654. Każdy z obrazów ma rozmiar równy 1/150 średnicy Księżyca. Cały obraz gromady liczy 27 minutu luku. Źródło: European Space Agency, NASA, Jean-Paul Kneib (Observatoire Midi-Pyrénées, France/Caltech, USA)

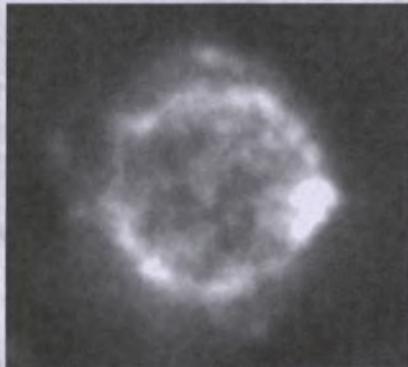
Wyniki badań ukażą się w „Astrophysical Journal”. Zdjęcia i animacje dotyczące odkrycia można znaleźć na stronie <http://www.spacetelescope.org/video/releases.html>.

Karolina Zawada

Dymiące supernowe

Zespół brytyjskich astronomów ogłosił, iż niektóre supernowe mają brzydkie zwyczaj — buchają olbrzymią ilością „dymu”, znanego jako kosmiczny pył. Odkrycie to rozwiązuje zagadkę powstania pierwszych trwałych cząsteczek i ich późniejszego tworzenia w ponad dziesięciomiliardowej historii Wszechświata.

Zespół mierzył zimny, kosmiczny pył w Kasjopei A, pozostałości po wybuchu gwiazdy supernowej w naszej Galaktyce, w odległości ok. 11 tys. lat świetlnych od Ziemi. Ilość pyłu była tysiąc razy większa niż mierzona dotychczas, sugerując, że silne eksplozje supernowych są jednym z najbardziej wydajnych sposobów tworzenia pyłu. To również wyjaśnia zagadkę, w jaki sposób uformowały się ostatnio odkryte duże ilości pyłu we wczesnym Wszechświecie.



Supernowa Kasjopeja A obserwowana przez kamerę SCUBA ujawnia otoczkę kosmicznego pyłu o średnicy 12 lat świetlnych. Zdjęcie wykonane jest w falach submilimetrowych. Czarne i ciemne obszary reprezentują słabszą emisję, podczas gdy jasne i białe — najsilniejszą. Źródło: Loretta Dunne (Cardiff University), NASA

Niepodobny do ziemskiego kosmiczny pył jest zbudowany z bardzo maleńkich ziarenek (głównie węgla i krzemu) unoszących się w przestrzeni międzygwiazdnej, o rozmiarach cząsteczek dymu z papierosa. Ziarna pyłu wokół młodych gwiazd pomagają im w formowaniu się i są składnikami budowlanymi planet.

Dr Loretta Dunne z Uniwersytetu Cardiff, która przewodniczyła badaniom, mówi: „Faktycznie żyjemy na bardzo wielkim zbiorowisku ziaren kosmicznego pyłu! Pytanie o pochodzenie pyłu jest w zasadzie pytaniem o początek naszej Ziemi i innych planet”.

Supernowe są gwałtownymi wybuchami gwiazd w końcowym okresie ich życia. W jednej chwili supernowa może uwolnić więcej energii niż nasze Słońce wyprodukowane jej w ciągu całego życia — oko-

ło 9 mld lat. One również produkują wiele ilości ciężkich pierwiastków, jak węgiel czy tlen i wyrzucają je w przestrzeń międzygwiazdową. Ponieważ są one składnikami kosmicznych ziaren pyłu, przypuszczało się, że supernowe mogą odegrać ważną rolę w wyjaśnieniu jego pochodzenia. Jednakże aż do chwili obecnej jedynie niewielkie ilości pyłu zaobserwowano u supernowych.

Haley Morgan, doktorant Uniwersytetu w Cardiff, wyjaśnia: „Niektóre supernowe są burzliwym końcem gwiazd, które żyją szybko i umierają młodo. Te gwiazdy są wiele razy masywniejsze od naszego Słońca i spalają swoje paliwo tysiące razy szybciej, w ciągu zaledwie kilku milionów lat. Jeśli supernowe byłyby efektywnymi „fabrykami pyłu”, to produkowałiby go więcej niż wynosi masa Słońca”.

Badacze przyjrzały się Kasjopei A, mającej 300 lat pozostałości, powstałej kiedy gwiazda, około 30 razy masywniejsza od Słońca, wybuchła. Materiał z eksplozji ciągle rozprzestrzenia się z prędkością 10 tys. km/s w postaci fali uderzeniowej, zagarniając otaczający gaz i pył.

Ziarna pyłu blokują połowę światła z gwiazd i galaktyk, ale te pylowe obłoki mają za to też inną cechę: wy promieniowują skradzione światło z powrotem jako fale w podczerwieni i na falach submilimetrowych (o długości od 0,1 do 1 mm). Aby wykryć właśnie te fale, badacze użyli najsilniejszej kamery submilimetrowej SCUBA, będącej w wyposażeniu Teleskopu James Clerk Maxwell na Hawajach.

Kamera SCUBA ujawniła pyłową otoczkę wokół Kasjopei A o masie 1-4 razy większej od masy Słońca. Dr Steve Eales, również z Uniwersytetu w Cardiff, mówi: „To jest ponad tysiąc razy więcej niż zdolano wykryć do tej pory! Kasjopeja A musi być wyjątkowo efektywna w tworzeniu pyłu z dostępnych jej elementów”.

Chociaż astronomowie od dawna szukali pyłu w pozostałościach po supernowych, używali jednak kamer w podczerwieni, mogących wykryć jedynie ciepły pył. Pracująca na dłuższych, submilimetrowych falach kamera SCUBA umożliwia detekcję pyłu chłodniejszego, o temperaturze poniżej 25 K (-257°C).

W ostatnich latach, dzięki SCUBA, odkryto również duże ilości pyłu w galaktykach odległych o ponad 10 mld lat od Ziemi. Światło od nich leciało do nas tak długo, że widzimy je, kiedy Wszechświat miał tylko miliard lat — mniej niż jedna dziesiąta jego obecnego wieku. Pochodzenie tego pyłu z przeszłości było

zagadką. Astronomowie uważali, że pył pochodzi głównie z wiatru z chłodnych gwiazd w późnym stadium ich życia. Ale gwiazdy takie jak Słońce potrzebują około 9 mld lat, aby osiągnąć ten stan, więc niemożliwe było utworzenie pyłu przez wiatr gwiazdowy w ciągu pierwszego miliarda lat istnienia Wszechświata. Pył tworzony szybko w supernowych rozwiązał wreszcie tę zagadkę.

Dr Rob Ivison z Astronomy Technology Centre w Edynburgu mówi: „W skalach astronomicznych masywne gwiazdy stają się supernowymi w mgnieniu oka, więc możemy teraz zrozumieć, dla czego wczesny Wszechświat jest tak bogaty w pył”. „Obserwacje te dają nam upragniony pierwszy wgląd w to, jak powstały pierwsze trwałe cząsteczki we Wszechświecie” — mówi Haley Morgan. „Pył został zamieciony pod kosmiczny dywan — przez lata astronomowie uważali go za wielką niedogodność z powodu ukrywania światła gwiazd. Ale teraz odkryliśmy pył na krańcach Wszechświata, w pierwszych gwiazdach i galaktykach, i zrozumieliśmy naszą ignorancję, nie znaleźliśmy nawet jego pochodzenia. Teraz, z supernowymi jako fabrykami pyłu możemy wyjaśnić, jak on powstał” — dodaje Loretta Dunne.

Powyższe doniesienie zostało opublikowane w czasopiśmie „Nature”, z 17 lipca 2003, Vol. 474, s.285.

Krzysztof T. Chyży

1000 dni na orbicie

28 lipca 2003 r. to ważny dzień w historii dziejów bytności człowieka w przestrzeni wokółziemskiej. To już tysięczny dzień nieprzerwanego pobytu załóg ludzkich na pokładzie Międzynarodowej Stacji Kosmicznej. Dla obecnej załogi (Yuri Malenchenko i Ed Lu) był to zarazem 95 dzień w ramach 13 już tygodnia pobytu na stacji.



1000 dni to jak dotąd siedem załóg (pierwsza dotarła na Alfę 2 listopada 2000 r.), czyli 10 Amerykanów i 10 Rosjan. Wykonali oni 12 spacerów kosmicznych, przyjęli 11 razy wahadłowce, 10 razy statki transportowe Progress i cztery razy „kosmiczne taksówki” Sojuz. (mag)

bezpośredni pomiar pola magnetycznego gwiazdy neutronowej. Wszystkie po-przednie oszacowania były jedynie pośrednie. Bazowały np. na teoretycznych założeniach opisujących grawitacyjne zanikanie się gwiazdy albo na badaniu spowalniania rotacji gwiazdy neutronowej, opierając się na danych radioastronomicznych.

Promieniowanie X emitowane przez gwiazdę neutronową musi przejść przez jej pole magnetyczne, zanim ucieknie w przestrzeń międzygwiazdową. Po drodze cząstki w polu magnetycznym mogą ukraść nieco umykającego promieniowania, zaznaczając to jednocześnie charakterystycznym znakiem w widmie — linią absorpcyjną (tzw. cyklotronowa rezonansowa linia magnetyczna). Właśnie zaobserwowanie tego śladu w widmie umożliwiło prof. Bignami zmierzenie natężenia pola magnetycznego gwiazdy neutronowej.

W przypadku 1E1207.4-5209 bezpośrednie pomiary przy użyciu XMM-Newton dały pola magnetyczne 30 razy słabsze niż przewidywania bazujące na metodach pośrednich. Jak to wytlumaczyć? Astronomowie mogą mierzyć tempo spowalniania obrotu gwiazdy neutronowej. Do tej pory zawsze zakładali, że przyczyną tego spowolnienia jest „tarcie” między polem magnetycznym gwiazdy a jej otoczeniem. W obecnej sytuacji można się spodziewać, że coś dodatkowo wywiera nacisk na gwiazdę, ale co? Spekuluję się, że może to być jakiś niewielki dysk utworzony wokół gwiazdy z pozostałości po wybuchu supernowej, powodujący dodatkowy czynnik spowalniający.

Pozostaje pytanie, czy 1E1207.4-5209 jest obiektem wyjątkowym? Astronomowie mają nadzieję przekonać się o tym, prowadząc dalsze obserwacje gwiazd neutronowych za pomocą teleskopu XMM-Newton.

Krzesztof T. Chyży

Teleskop Hubble'a śledzi ciemną materię w gromadzie galaktyk

Wykorzystując zjawisko soczewkowania grawitacyjnego, europejscy i amerykańscy astronomowie skonstruowali szczegółową „mapę masy” jednej z największych struktur we Wszechświecie. Wierzą, że doprowadzi to do lepszego zrozumienia sposobu powstawania tych potężnych układów i do zrozumienia kluczowej roli, jaką odgrywa w nich ciemna materia.



Mapa masy gromady galaktyk CL0024+1654 stworzona dzięki szczegółowym obserwacjom teleskopu Hubble'a. Niebieska część obrazu odpowiada mapie rozkładu ciemnej materii, czerwona (pomarańczowa) część to obraz świecącej materii — galaktyki w gromadzie. Źródło: European Space Agency, NASA, Jean-Paul Kneib (Observatoire Midi-Pyrénées, France/Cattech, USA)

Gromady galaktyk to największe stabilne układy we Wszechświecie. Są one jakby laboratoriemi, w których można badać powiązania między rozkładem ciemnej i widocznej materii. W latach 30. ubiegłego wieku Fritz Zwicky, astronom z Kalifornijskiego Instytutu Technologii, pracując w obserwatorium na Mount Wilson, zauważał coś dziwnego w ruchu grup galaktyk ulokowanych dziesiątki milionów lat świetlnych od nas. Ich prędkość (prędkość jednej względem drugiej) była tak duża, że przyciąganie grawitacyjne pochodzące od świecącej materii było za małe, by utrzymać galaktyki razem w jednym układzie. A przecież trzymały się razem!

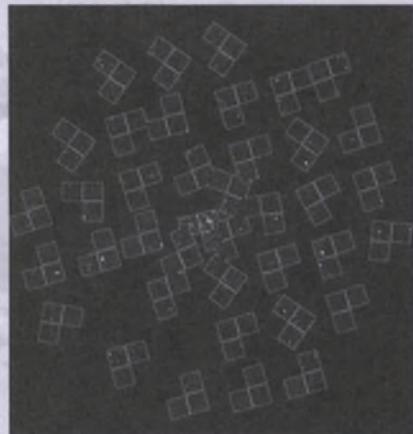
Widoczny składnik gromad galaktyk (miliardy gwiazd w każdej z tysięcy galaktyk) to jedynie niewielki ułamek ich całkowitej masy. Ponad 80% materii to niewidoczna, tak zwana „ciemna materia”. Chociaż o obecności ciemnej materii astronomowie wiedzą od dawna, problem polega na sposobie obserwacji jej rozkładu w przestrzeni — wszak ciemna materia nie świeci.

Grupa astronomów użyła Teleskopu Hubble'a do zrekonstruowania mapy rozkładu masy w gromadzie CL0024+1654. Ucznieli po raz pierwszy zobaczyli, jak zagadkowa ciemna materia rozłożona jest względem galaktyk. Śledzenie ciemnej materii nie jest łatwym zadaniem, ponieważ ona nie świeci. Aby zbadać rozkład, skoncentrowano się na dużo słabszych i odległych galaktykach położonych za badaną gromadą. Kształt tych odległych obiektów jest zniekształcony w wyniku grawitacji, jaką wywiera na nie gromada. Dzięki takim zniekształ-

ceniom można oszacować, jaka musi być masa gromady, aby wywołać taki efekt znany jako „słabe soczewkowanie grawitacyjne”.

Teleskop Hubble'a poświęcił 120 godz. obserwacji, aby zbadać rozkład ciemnej materii w gromadzie — nigdy jeszcze HST nie badał żadnej gromady galaktyk aż tak długo. Obiekt znajduje się 4,5 mld lat świetlnych od Ziemi (tak długo biegło do nas światło z tej gromady przez Wszechświat, który liczy sobie około 14 mld lat). Mimo że jest tak odległa, mierzona średnica kątowa gromady dorównuje niemal średnicy Księżyca widzianego z Ziemi.

Badania pokazały, że gęstość ciemnej materii spada raptownie wraz ze wzrostem odległości od centrum gromady, co potwierdza wcześniejsze symulacje komputerowe. Zespół uczonych zauważał, że ciemna materia wydaje się grupować na obrazie powstałej mapy. Stwierdzono koncentracje ciemnej materii stowarzyszonej z galaktykami, o których wiadomo, że powoli spadają na gromadę. CL0024+1654 wzrasta w wyniku łączenia takich pomniejszych grup galaktyk, które już stanowią układ związany dzięki ciemnej materii, która jest jak klej spajający poszczególne świecące składniki.



Podczas 5 dni obserwacji Hubble Wide Field and Planetary Camera 2 umieszczona na teleskopie Hubble'a stworzyła 39 zdjęć potrzebnych do sporządzenia mapy rozkładu masy gromady galaktyk CL0024+1654. Każdy z obrazów ma rozmiar równy 1/150 średnicy Księżyca. Cały obraz gromady liczy 27 minut łuku. Źródło: European Space Agency, NASA, Jean-Paul Kneib (Observatoire Midi-Pyrénées, France/Cattech, USA)

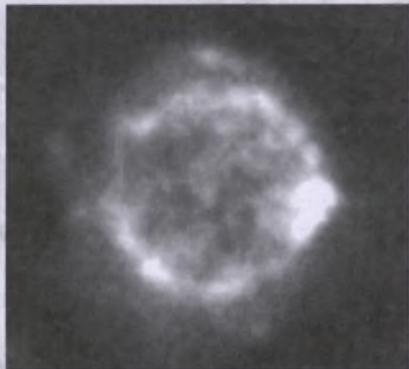
Wyniki badań ukażą się w „Astrophysical Journal”. Zdjęcia i animacje dotyczące odkrycia można znaleźć na stronie <http://www.spacetelescope.org/video/releases.html>.

Karolina Zawada

Dymiące supernowe

Zespół brytyjskich astronomów ogłosił, iż niektóre supernowe mają brzydkie zwyczaj — buchają olbrzymią ilością „dymu”, znanego jako kosmiczny pył. Odkrycie to rozwiązuje zagadkę powstania pierwszych trwałych cząsteczek i ich późniejszego tworzenia w ponad dziesięciomiliardowej historii Wszechświata.

Zespół mierzył zimny, kosmiczny pył w Kasjopei A, pozostałości po wybuchu gwiazdy supernowej w naszej Galaktyce, w odległości ok. 11 tys. lat świetlnych od Ziemi. Ilość pyłu była tysiąc razy większa niż mierzona dotychczas, sugerując, że silne eksplozje supernowych są jednym z najbardziej wydajnych sposobów tworzenia pyłu. To również wyjaśnia zagadkę, w jaki sposób uformowały się ostatnio odkryte duże ilości pyłu we wczesnym Wszechświecie.



Supernowa Kasjopeja A obserwowana przez kamerę SCUBA ujawnia otoczkę kosmicznego pyłu o średnicy 12 lat świetlnych. Zdjęcie wykonane jest w falach submilimetrowych. Czarne i ciemne obszary reprezentują słabszą emisję, podczas gdy jasne i białe — najsilniejszą. Źródło: Loretta Dunne (Cardiff University), NASA

Niepodobny do ziemskiego kosmiczny pył jest zbudowany z bardzo maleńkich ziarenek (głównie węgla i krzemu) unoszących się w przestrzeni międzygwiazdnej, o rozmiarach cząsteczek dymu z papierosa. Ziarna pyłu wokół młodych gwiazd pomagają im w formowaniu się i są składnikami budowlanymi planet.

Dr Loretta Dunne z Uniwersytetu Cardiff, która przewodniczyła badaniom, mówi: „Faktycznie żyjemy na bardzo wielkim zbiorowisku ziaren kosmicznego pyłu! Pytanie o pochodzenie pyłu jest w zasadzie pytaniem o początek naszej Ziemi i innych planet”.

Supernowe są gwałtownymi wybuchami gwiazd w końcowym okresie ich życia. W jednej chwili supernowa może uwolnić więcej energii niż nasze Słońce wyprodukowane jej w ciągu całego życia — oko-

ło 9 mld lat. One również produkują wiele ilości ciężkich pierwiastków, jak węgiel czy tlen i wyrzucają je w przestrzeń międzygwiazдовą. Ponieważ są one składnikami kosmicznych ziaren pyłu, przypuszczało się, że supernowe mogą odegrać ważną rolę w wyjaśnieniu jego pochodzenia. Jednakże aż do chwili obecnej jedynie niewielkie ilości pyłu zaobserwowano u supernowych.

Haley Morgan, doktorant Uniwersytetu w Cardiff, wyjaśnia: „Niektóre supernowe są burzliwym końcem gwiazd, które żyją szybko i umierają młodo. Te gwiazdy są wiele razy masywniejsze od naszego Słońca i spalają swoje paliwo tysiące razy szybciej, w ciągu zaledwie kilku milionów lat. Jeśli supernowe byłyby efektywnymi „fabrykami pyłu”, to produkowałyby go więcej niż wynosi masa Słońca”.

Badacze przyjrzały się Kasjopei A, mającej 300 lat pozostałości, powstałej kiedy gwiazda, około 30 razy masywniejsza od Słońca, wybuchła. Materiał z eksplozji ciągle rozprzestrzenia się z prędkością 10 tys. km/s w postaci fali uderzeniowej, zagarniając otaczający gaz i pył.

Ziarna pyłu blokują połowę światła z gwiazd i galaktyk, ale te pyłowe obłoki mają za to też inną cechę: wypromieniowują skradzione światło z powrotem jako fale w podczerwieni i na falach submilimetrowych (o długości od 0,1 do 1 mm). Aby wykryć właśnie te fale, badacze użyły najsilniejszej kamery submilimetrowej SCUBA, będącej wyposażeniem Teleskopu James Clerk Maxwell na Hawajach.

Kamera SCUBA ujawniła pyłową otoczkę wokół Kasjopei A o masie 1-4 razy większej od masy Słońca. Dr Steve Eales, również z Uniwersytetu w Cardiff, mówi: „To jest ponad tysiąc razy więcej niż zdolano wykryć do tej pory! Kasjopeja A musi być wyjątkowo efektywna w tworzeniu pyłu z dostępnych jej elementów”.

Chociaż astronomowie od dawna szukali pyłu w pozostałościach po supernowych, używali jednak kamer w podczerwieni, mogących wykryć jedynie ciepły pył. Pracująca na dłuższych, submilimetrowych falach kamera SCUBA umożliwia detekcję pyłu chłodniejszego, o temperaturze poniżej 25 K (-257°C).

W ostatnich latach, dzięki SCUBA, odkryto również duże ilości pyłu w galaktykach odległych o ponad 10 mld lat od Ziemi. Światło od nich leciało do nas tak długo, że widzimy je, kiedy Wszechświat miał tylko miliard lat — mniej niż jedna dziesiąta jego obecnego wieku. Pochodzenie tego pyłu z przeszłości było

zagadką. Astronomowie uważali, że pył pochodzi głównie z wiatru z chłodnych gwiazd w późnym stadium ich życia. Ale gwiazdy takie jak Słońce potrzebują około 9 mld lat, aby osiągnąć ten stan, więc niemożliwe było utworzenie pyłu przez wiatr gwiazdowy w ciągu pierwszego miliarda lat istnienia Wszechświata. Pył tworzony szybko w supernowych rozwiązał wreszcie tę zagadkę.

Dr Rob Ivison z Astronomy Technology Centre w Edynburgu mówi: „W skałach astronomicznych masywne gwiazdy stają się supernowymi w mgnieniu oka, więc możemy teraz zrozumieć, dla czego wczesny Wszechświat jest tak bogaty w pył”. „Obserwacje te dają nam upragniony pierwszy wgląd w to, jak powstały pierwsze trwałe cząsteczki we Wszechświecie” — mówi Haley Morgan. „Pył został zamieciony pod kosmiczny dywan — przez lata astronomowie uważali go za wielką niedogodność z powodu ukrywania świata gwiazd. Ale teraz odkryliśmy pył na krańcach Wszechświata, w pierwszych gwiazdach i galaktykach, i zrozumieliśmy naszą ignorancję, nie znaleźliśmy nawet jego pochodzenia. Teraz, z supernowymi jako fabrykami pyłu możemy wyjaśnić, jak on powstał” — dodaje Loretta Dunne.

Powyzsze doniesienie zostało opublikowane w czasopiśmie „Nature”, z 17 lipca 2003, Vol. 474, s.285.

Krzysztof T. Chyży

1000 dni na orbicie

28 lipca 2003 r. to ważny dzień w historii dziejów bytności człowieka w przestrzeni wokółziemskiej. To już tysięczny dzień nieprzerwanego pobytu załóg ludzkich na pokładzie Międzynarodowej Stacji Kosmicznej. Dla obecnej załogi (Yuri Malenchenko i Ed Lu) był to zarazem 95 dzień w ramach 13 już tygodnia pobytu na stacji.



Fot. NASA

1000 dni to jak dotąd siedem załóg (pierwsza dotarła na Alfę 2 listopada 2000 r.), czyli 10 Amerykanów i 10 Rosjan. Wykonali oni 12 spacerów kosmicznych, przyjęli 11 razy wahadlowce, 10 razy statki transportowe Progress i cztery razy „kosmiczne taksówki” Sojuz. (mag)

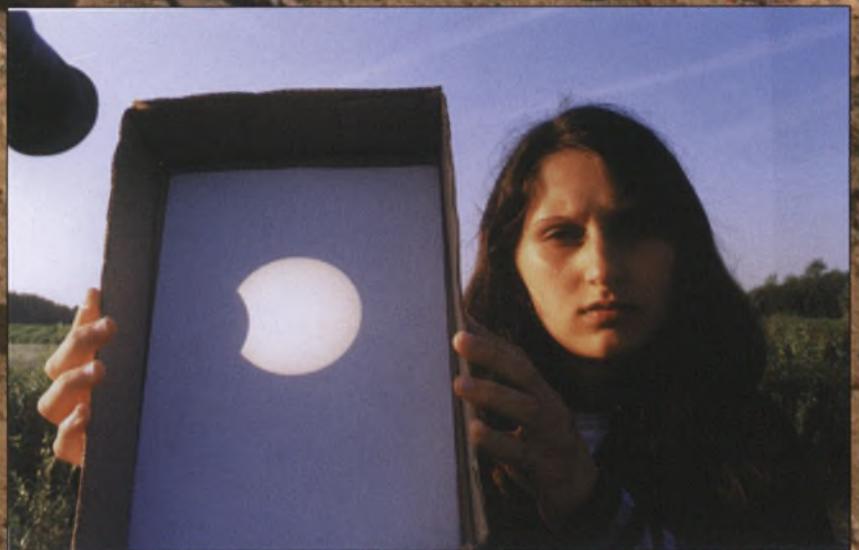
Galeria Uranii

Tegoroczne majowe zjawiska i sprzyjająca pogoda sprawiły, że do redakcji „Uranii-PA” trafiło bardzo wiele zdjęć ukazujących przebieg przejścia Merkurego na tle tarczy Słońca 7 maja, zaćmienia Księżyca 16 maja i częściowego zaćmienia Słońca 31 maja. 4 poniższe zdjęcia to astrofotograficzny debiut Krystyny Jaskulskiej z Gdyni (Zenit ET z teleobiektywem Pentacon 4/200 i filtrem słonecznym, film FujiColor Superia x-TRA 400, $t_{eksp} = 1/500$ s).

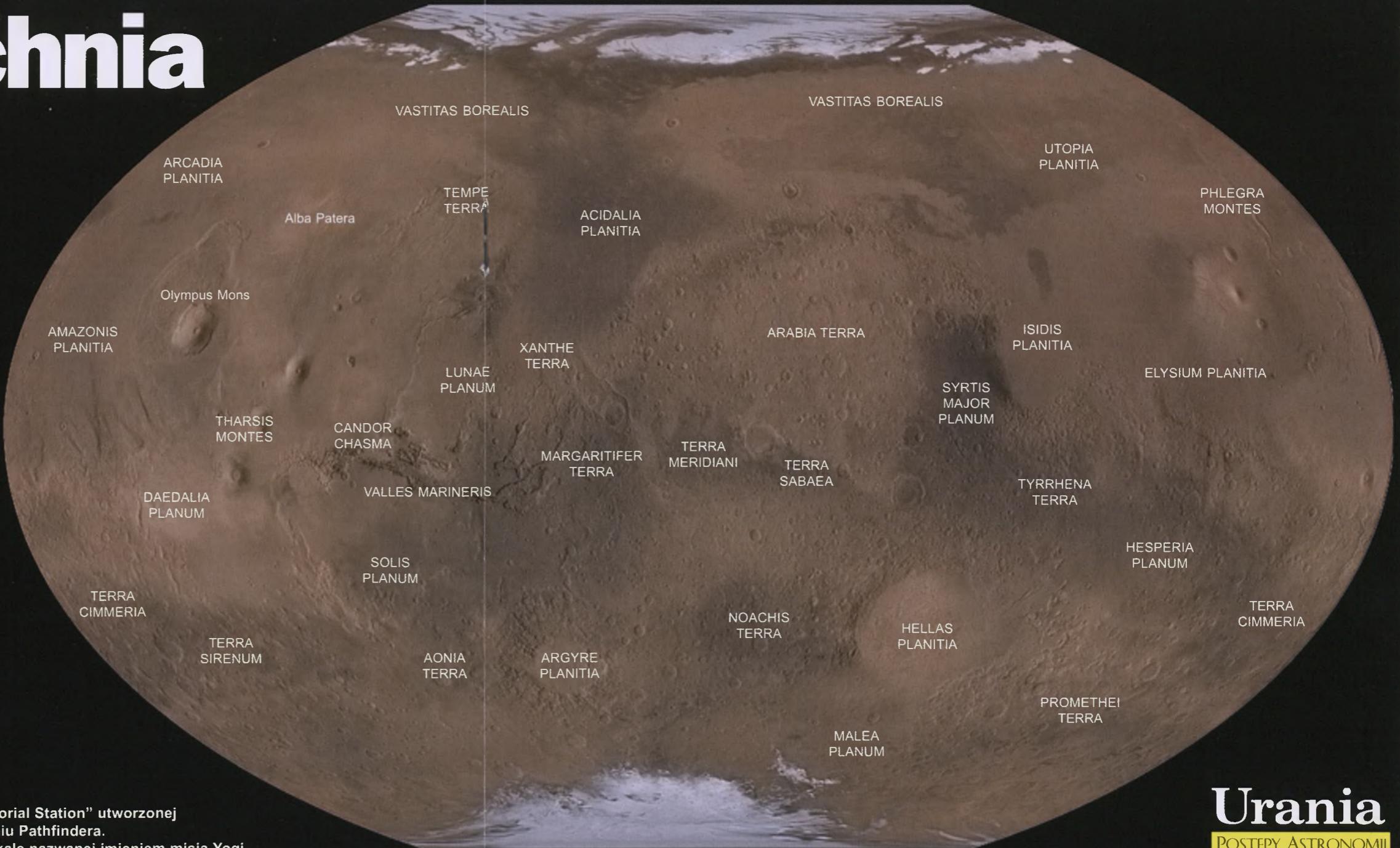
Po prawej sekwencja wybranych zdjęć wykonanych w Obserwatorium Astronomicznym mieszącym się w Zespole Szkół Technicznych w Grudziądzu. Ich autorami są członkowie i opiekun Młodzyszkolnego Koła Astronomicznego: Radosław Ciarczyński, Michał Morczyński i Małgorzata Śróbką-Kubiak. Zdjęcia wykonano na filmach o czułości 200 i 400 ASA z czasami ekspozycji od 1/60 do 2 s. Trzy pierwsze były wykonane bez filtra, następne z filtrem słonecznym



Niżej Małgorzata Pawłowska demonstruje bardzo bezpieczną metodę obserwacji zaćmienia Słońca, czyli projekcję okularową na ekran (biała kartka włożona w tekturowe pudełko). Ta metoda ma jeszcze jedną niezaprzecjalną zaletę — za pomocą jednego instrumentu można pokazywać przebieg zjawiska równocześnie wielu osobom! Tu użytym instrumentem był teleskop SOLIGOR RT1000. Zdjęcia wykonał Tomasz Żywczak z Krakowa



powierzchnia Marsa



Poniżej: panorama Marsa widziana z pokładu „Sagan Memorial Station” utworzonej na powierzchni Czerwonej Planety w 1997 r. po wylądowaniu Pathfindera.

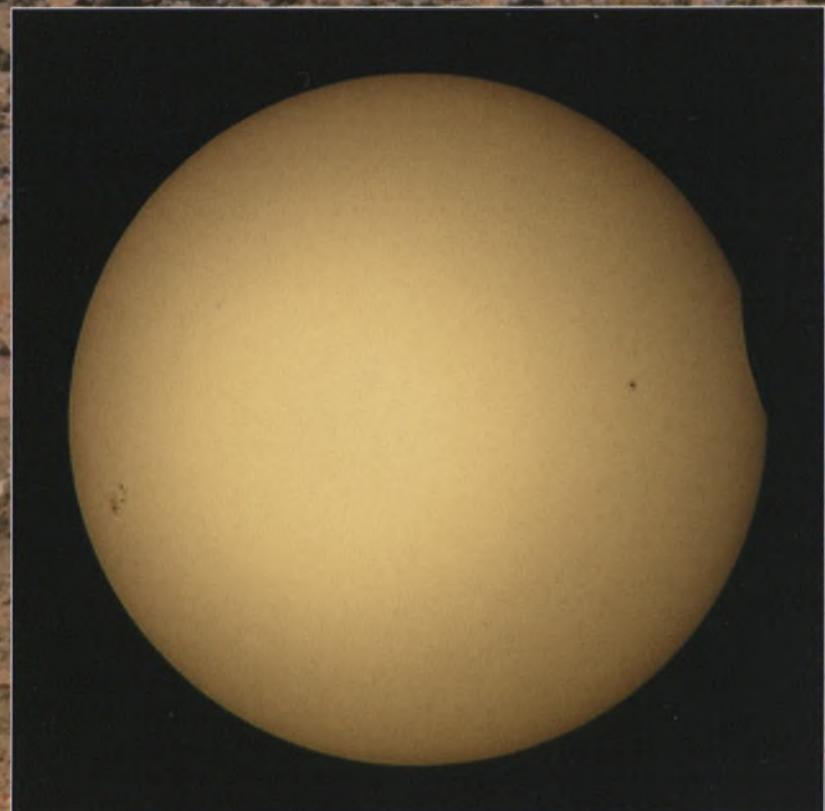
W centrum widoczny samobieżny pojazd Sojourner przy skale nazwanej imieniem misja Yogi

Urania
POSTĘPY ASTRONOMII

Galeria Uranii



Bartosz Łaszczynski z Leszna, fotografując tranzyt Merkurego, sfotografował na tle tarczy słonecznej przelatujący samolot (teleskop Soligor MT800/8", ognisko główne, Canon EOS 3000, Konica Centuria 200)



W Rybniku Bogusław Kawalec amatorsko zajmuje się robieniem zdjęć nocnego nieba pomimo sporego „zanieczyszczenie światłem” w tej okolicy. Niżej zdjęcia przejścia Merkurego przed tarczą Słońca, wykonane za pomocą teleskopu Newtona 200/975 mm. Tu zastosowano ekspozycję okularową ($f = 18$ mm) i filtr słoneczy (folia Baadera). Użyto filmu Konika 200 ASA

To zdjęcie końcowej fazy zaćmienia Słońca z 31 maja przykuwa uwagę plastycznością kuli naszej dziennej gwiazdy. Wykonał je w Toruniu nasz redakcyjny kolega Wiesław Skórzyński. (aparat Olympus Camedia C4000 ZOOM, $f = 780$ mm, projekcja okularowa, $t_{\text{exp}} = 1/500$ s, czułość = 100ASA). A przy okazji: tyle tylko mogły zobaczyć śpiochy, którym za ciężko było wstać o świcie



10 sierpnia media doniosły o pojawienniu się trzech trąb powietrznych na wybrzeżu w okolicach Władysławowa. To rzadkie w naszym kraju zjawisko atmosferyczne (i niech takim pozostanie!) sfotografował goszczący w tym czasie w miejscowości Dębki nasz czytelnik z Zabrze Jarek Bandurowski. Pierwsze zdjęcie zostało wykonane przez szybę jadącego autobusu. Na powiększeniu fragmentu drugiego zdjęcia wyraźnie widać porywaną przez powietrzne wiry morską wodę. Na łamach naszego pis-



ma bywały już informacje o takich zjawiskach obserwowanych w naszym kraju, tym razem jednak nie obyło się bez ofiar śmiertelnych (4 utonięcia)

Niezwykłe wybuchi z czarnej dziury Cygnus X-1

Polscy astrofizycy, Marek Gierliński z Uniwersytetu Jagiellońskiego oraz Andrzej Zdziarski z Centrum Astronomicznego PAN, odkryli niezwykle silne i gwałtowne wybuchi promieniowania rentgenowskiego ze źródła Cygnus X-1. Cygnus X-1 (pierwsze źródło rentgenowskie odkryte w gwiazdozbiorze Łabędzia) jest układem podwójnym, zawierającym czarną dziurę i jasną gwiazdę (nadolbrzyma typu O) 20-krotnie masywniejszą niż Słońce. Obie gwiazdy krążą po ciasnej orbicie w okresie 5,6 dni. Materia z nadolbrzyma opada na czarną dziurę, tworząc dysk akrecyjny. W jej potencjalnie grawitacyjnym akreującym gaz wyzwala olbrzymie ilości energii, która jest wyświetczana w promieniach X i gamma. Jasność tego źródła przekracza 10^{37} erg/s, co odpowiada jasności kilkunastu tysięcy gwiazd tak jasnych jak Słońce. Obiekt ten znajduje się w odległości 6 tys. lat św. od nas. Odkrycie było możliwe dzięki analizie obserwacji wykonanych przez amerykańskiego satelitę *Rossi X-ray Timing Explorer*. Po dokładnym przejrzeniu danych zebranych w ciągu 2,5 min sekund obserwacji od 1996 r., polscy astrofizycy odkryli 13 bardzo silnych wybuchów. W najszybszym z nich szybkość zliczeń fotonów wzrosła ok. 10-krotnie w ciągu zaledwie 2 ms. Obecność takich błysków świadczy o dramatycznie niestabilnym spadku materii na czarną dziurę z towarzyszącej jej gwiazdy.

Szybkość i siła nowo odkrytych wybuchów nie mają precedensu w świecie

zjawisk astronomicznych. Nawet tak spektakularne zjawiska jak kosmiczne rozbłyski gamma zwykle są charakteryzowane przez skale czasowe znacznie dłuższe od milisekundy. Sam Cygnus X-1 uchodził do tej pory za dość stabilne źródło, po którym nikt nie spodziewał się takich niespodzianek.

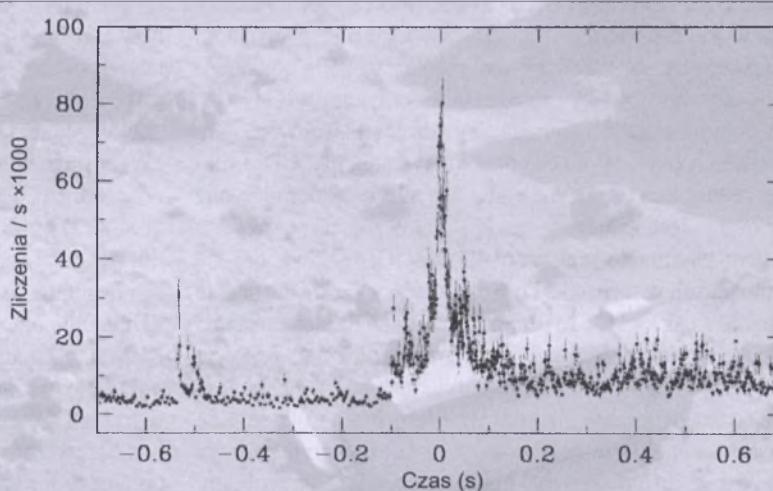
Nie wiadomo, co dokładnie powoduje rozbłyski. Bardzo krótka skala czasowa zjawiska świadczy o tym, że wybuchi następują bardzo blisko tzw. horyzontu zdarzeń czarnej dziury, poniżej którego wpływająca materia traci kontakt z resztą Wszechświata i staje się niewidzialna. Dla czarnej dziury, 10-krotnie masywniejszej niż Słońce, znajdującej się w układzie Cygnus X-1, horyzont zdarzeń znajduje się w odległości 30 km od jej centrum. Inną możliwością jest akumulacja wielkich ilości energii w pętli pola magnetycznego nad powierzchnią dysku. Jej gwałtowne wyzwolenie

spowodowało zjawisko podobne do rozbłysków słonecznych, tyle że na znacznie większą skalę.

Praca opisująca to odkrycie ukazała się w sierpieniu numerze brytyjskiego czasopisma naukowego „Monthly Notices of the Royal Astronomical Society” (tom 343, s. L84). Wyniki te były też prezentowane między innymi na zjeździe Amerykańskiego Towarzystwa Astronomicznego k. Montrealu oraz na międzynarodowej konferencji na temat przyspieszania cząstek w Kosmosie, która odbyła się w czerwcu w Krakowie. Obecnie szczegóły dotyczące fizycznej natury wybuchów są przedmiotem intensywnych badań przez kilka grup badawczych na świecie.

Odkrycie zostało dokonane w ramach badań finansowanych przez Komitet Badań Naukowych oraz Fundację na rzecz Nauki Polskiej.

Red.

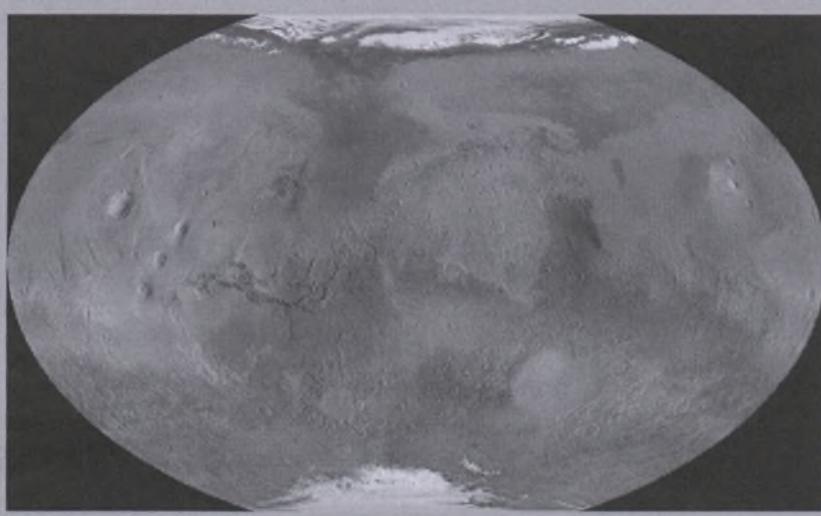


Rozbłysk rentgenowski z Cygnusa X-1, zaobserwowany 31 lipca 2002 r.

Na rozkładówce:

Ten obraz powierzchni Marsa otrzymano cyfrowo na podstawie ponad 200 min laserowych pomiarów wysokości wykonanych przez stację Mars Global Surveyor znajdującą się na orbicie Czerwonej Planety. Obraz pozbawiony jest chmur oraz obłoków pyłowych i odzwiera całą powierzchnię w jej naturalnych dziennych barwach. Wyraźnie widać przewagę gladkich nizin na północy i postrzępionych wyżyn na południu globu.

Fot. National Geographic Society, MOLA Science Team, MGS, JPL, NASA



APARAT CYFROWY W ASTROFOTOGRAFI

V. FORMAT ZAPISU ZDJĘĆ (TIFF czy JPG?)

Fotografując cyfrowym aparatem fotograficznym, uzyskujemy zdjęcie, które następnie jest zapisywane na karcie pamięci aparatu w postaci pliku o danym rozszerzeniu (formatie). Istnieje wiele formatów graficznych różnych, się stopniem jakości odwzorowania obrazu. Wykonane zdjęcie możemy zapisać zarówno w postaci pliku gwarantującego wysoką jakość i zajmującego dużo pamięci, jak i pliku o znacznie mniejszych rozmiarach oraz gorszej jakości. Wśród producentów cyfrowych aparatów fotograficznych najbardziej rozpowszechnione są dwa formaty: TIFF i JPEG. Ten ostatni jest interesujący, gdyż w porównaniu do plików zapisanych w formacie TIFF nie tylko zajmuje znacznie mniej pamięci, ale także umożliwia zapisywanie zdjęć z różnym poziomem kompresji. Oznacza to, że wykonane zdjęcie możemy zapisać w postaci plików o różnym poziomie dokładności i co się z tym wiąże o różnych rozmiarach. Oczywiście, jeśli dane zdjęcie zapiszemy w dwóch plikach różnych, się rozszerzeniem (TIFF i JPEG), to zdecydowanie wierniejszy obraz wykonanego zdjęcia będzie zawierał plik z formatem TIFF. Skoro format TIFF zapisuje zdjęcia z większą dokładnością, to czy warto zapisywać zdjęcia w formacie JPEG?

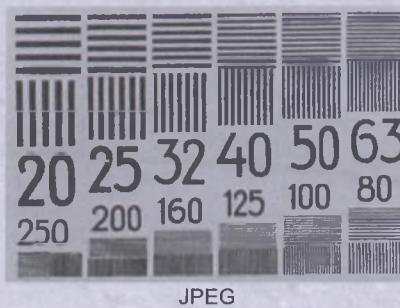
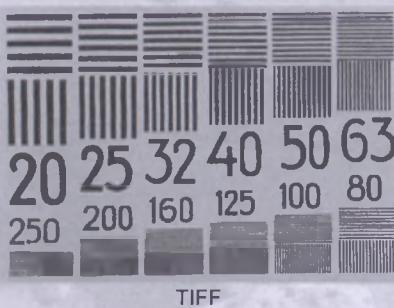
W dobie domowych komputerów z dyskami twardymi o pojemnościach rzędu 60-80 GB oraz nagrywarek płyt CD wydaje się, że problem magazynowania danych został definitywnie rozwiązany. Jeśli założymy, że zapisujemy zdjęcia (wykonane aparatem Olympus Camedia C-4000 ZOOM) składające się z 4 mln pikseli w formacie TIFF, to pojedyncze zdjęcie będzie zajmowało około 11,2 MB, a zatem na standardowej płycie CD zmieści się około 60 zdjęć. Warto podkreślić, że koszt takiej płyty to mniej niż 2 zł. Zanim jednak tak pokaźna liczba zdjęć znajdzie się na dysku twardym lub na płycie CD, zdjęcia te muszą wcześniej zostać zapisane na karcie pamięci naszego aparatu cyfrowego. I tu właśnie pojawia się problem, gdyż bardzo często producenci aparatów cyfrowych z matrycami CCD zawierającymi ponad 3 mln pikseli wyposażają je w karty pamięci o pojemności 16 czy 32 MB. W przypadku wspomnianego powyżej aparatu cyfrowego była to karta *Smart Media* (SM) o pojemności 16 MB. Pozwala to na zapisanie tylko jednego zdjęcia (w pełnej rozdzielcości) w formacie TIFF! Oczywiście można wykonane zdjęcie przegrać na twardy dysk komputera, ale to rozwiązanie jest mało praktyczne. Można także dokupić dodatkową kartę pamięci o znacznie większej pojemności, jednak nawet dokupienie kosztownej kar-

ty o pojemności 128 czy 256 MB, w przypadku aparatu o rozdzielcości 4-5 mln pikseli, nie rozwiązuje w pełni problemu. Maksymalna dostępna pojemność kart SM wynosi 128 MB, co pozwala na zapisanie 11 zdjęć o rozdzielcości 4 mln pikseli w formacie TIFF. Jeśli chcemy wykonać znacznie większą liczbę zdjęć i nie mamy dostępu do komputera (np. fotografujemy w terenie), to powinniśmy zmienić format zapisu na JPEG. Dzięki temu, w zależności od stopnia kompresji, będziemy mogli na tej samej karcie pamięci wykonać od kilku do kilkunastu razy więcej zdjęć niż w przypadku użycia formatu TIFF. Warto podkreślić, że faktyczna liczba zdjęć może być większa od przewidywanej przez aparat. Dzieje się tak, gdyż wielkość obrazka zapisywanego w formacie JPG zależy od jego stopnia złożoności, a zatem mniej skomplikowany obraz zajmie mniej pamięci. Różnice te są wyraźnie widoczne przy fotografowaniu gwiazd, gdyż do ich zapisania potrzeba znacznie mniej pamięci niż w przypadku fotografowania np. architektury. Różnice w wielkości plików mogą sięgać dwóch razy, przyczyniając się tym samym do wzrostu pojemności używanej karty pamięci. W przypadku formatu TIFF rozmiary plików nie zależą od stopnia złożoności motywu. W przypadku aparatu Olympus Camedia C-4000 ZOOM każde zdjęcie zapisane w formacie TIFF, bez względu na stopień złożoności obrazu, będzie zajmowało 11,2 MB (przy rozdzielcości 2288×1712 pikseli). W przypadku zastosowania formatu JPG dla zdjęć wykonywanych w rozdzielcości 2288×1712 pikseli dostępne są dwa stopnie kompresji oznaczone jako SHQ i HQ. Dają one pliki o maksymalnych rozmiarach około 3,2 i 1 MB, a zatem na dołączonej do aparatu 16 MB karcie pamięci można zapisać co najmniej 5 zdjęć w trybie SHQ i 16 w trybie HQ.

Czy tak znaczne różnice w rozmiarach plików, zwłaszcza pomiędzy formatem TIFF i JPEG (HQ), wpłyną również znaczco na jakość zapisanych zdjęć? Aby odpowiedzieć na to pytanie postanowiłem sfotografować deseń kreskowy używany do określania zdolności rozdzielczej układu obiektyw-detektor (klisza, CCD). Prezentowane poniżej zdjęcia zostały zapisane w formacie TIFF oraz w JPEG (HQ). Oba zostały wykonane przy tych samych parametrach ekspozycji ($t_{eksp} = 1/15$ s, $f_{ob} = 19,5$ mm, $F/D = 2,8$, 100 ASA) oraz odległości zdjęciowej wynoszącej 50 ogniskowych, czyli 975 mm. W celu wyeliminowania możliwych drgań aparat został zamocowany na statywie fotograficznym.

Na prezentowanych zdjęciach praktycznie nie widać żadnych różnic w jakości zarejestrowanych obrazów, pomimo iż rozmiary pliku zapisanego w formacie TIFF są niespełna 18 razy większe od wielkości pliku zapisanego w formacie JPEG. Jeśli szukamy kompromisu pomiędzy wielkością pliku a jakością zdjęcia, to odpowiednim formatem zapisu będzie JPEG.

W. Skórzyński



Astronomia dla studentów Akademii Technicznych

W dniach 29 czerwca — 12 lipca 2003 r. w Krakowie odbył się akademicki Kurs Letni (Cracow Summer Course 2003) pod tytułem *Applied Astronomy*. Został zorganizowany przez krakowską grupę lokalną BEST Kraków (<http://www.BEST.agh.edu.pl>) Europejskiego Stowarzyszenia Studentów Uczelni Technicznych (Board of European Students of Technology BEST) (<http://www.BEST.eu.org>). Koordynatorami kursu byli Anna Kocur i Konrad Jasiński. Kurs był skierowany do studentów zagranicznych uczelni, pasjonujących się astronomią. Dzięki wielu wykładom i wycieczkom terenowym uczestnicy mieli okazję zapoznać się z podstawami astronomii i poznać jej praktyczne zastosowanie. Obok dużego nacisku na wysoką jakość merytoryczną kursu, dłożyliśmy wszelkich starań, aby aspekt kulturalny znalazł się na równie wysokim poziomie.

Cykl wykładów rozpoczął prof. Konrad Rudnicki z Uniwersytetu Jagiellońskiego wstępem do kosmologii. Następnie prof. Andrzej Woszczyk z Centrum Astronomicznego Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu wprowadził nas w temat *The Universe in the age of the space telescope*. Nasza wiedza o połączeniu GPS z astronomią powiększyła się po prelekcjach prof. Władysława Górala z naszej rodzinnej Akademii Górnictwa-Hutniczej w Krakowie. Z kolei prof. Andrzej Jurewicz z warszawskiego Centrum Badań Kosmicznych opowiedział nam o swoich najnowszych badaniach. Dopełnieniem cyku stanowiły wykłady dra Henryka Brancewicza z Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii w Krakowie: *Internal structure and evolution of the stars* oraz *Astronomical observations made by amateurs*.

Już od pierwszych dni swego pobytu uczestnicy Kursu Letniego 2003 mieli możliwość poznania pięknego Krakowa. Zwiedzanie miasta pozwoliło im na samodzielne odkrywanie tajemnic Krakowa, wyszukiwanie jego najbardziej charakterystycznych, a niejednokrotnie dokładnie ukrytych cech oraz poznanie najbardziej uroczych zakątków. Z kolei wieczorna wędrówka po najbardziej stylowych krakowskich pubach dała nam studentom niepowtarzalną okazję ujrzenia na własne oczy, jak Kraków bawi się po zachodzie słońca.

Wykorzystując na początku kursu przepiękną pogodę, która nas, niestety, już po tygodniu opuściła, pokazaliśmy

naszym europejskim koleżankom i kolegom słynny Kopiec Kościuszki, a raczej zapierający dech w piersiach widok Krakowa z jego szczytu. Z kolei dwudniowa wycieczka w Gorce udowodniła, jak aktywnie można u nas spędzać wolny czas, łącząc to z podjadaniem pysznych jagód rosnących przy leśnej ścieżce. Była również pretekstem do wymiany informacji na temat bogactw naturalnych krajów, z których pochodzili uczestnicy naszego kursu: Belgii, Danii, Finlandii, Francji, Hiszpanii, Macedonii, Portugali, Rumunii, Ukrainy.

Pewne miejsca w Polsce są znane na całym świecie; należą do nich bez wątpienia obóz koncentracyjny w Oświęcimiu i Kopalnia Soli w Wieliczce. Wycieczka do Oświęcimia otworzyła wszystkim nieświadomym oczy, jak naprawdę wyglądały miejsca hitlerowskiej zagłady. Było to zarówno dla uczestników, jak i dla nas — organizatorów, niezapomniane, wstrząsające przeżycie, utwierdzające wszystkich w przekonaniu, że należy zrobić wszystko, aby historia nie miała okazji się powtórzyć. Z kolei zejście do solnych podziemi stanowiło dla naszych uczestników nie lada atrakcję, albowiem nie każdy kraj może się takimi miejscami poszczęścić!

Doskonałym urozmaiceniem wykładów, dającym możliwości praktycznego poznania astronomii, były wycieczki do obserwatoriów: na Suhorę w Gorcach, do Niepołomic, a także do Obserwatorium Uniwersytetu Jagiellońskiego na Zaka-

mycu w Krakowie. Tam mogliśmy z bliska poznać budowę teleskopu, zobaczyć od kuchni pracę astronomów, a przy okazji zapoznać się z najnowszymi technikami stosowanymi w astronomii.

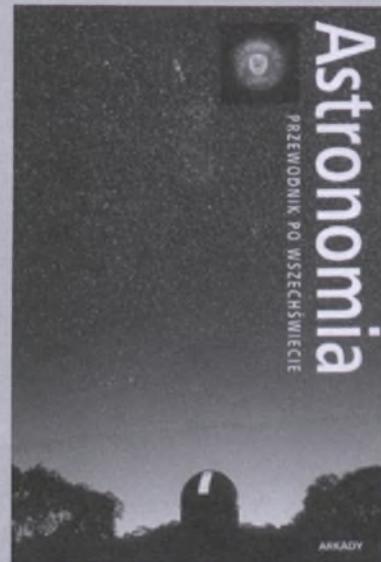
W czasie naszego kursu nie mogło zabraknąć oczywiście gruntownego poznania tak różnorodnych kultur, którym przyszło się spotkać w Krakowie. Służył temu *International Polish Evening*, dzięki któremu dane było każdej ze stron zakończać specjałów odmiennych, egzotycznych kuchni. Tradycyjne polskie potrawy: bigos, krokiety, śledziki, barszcz, naleśniki, jak i krakowskie słodycze niezmiernie przypadły do gustu naszym gościom. My natomiast mieliśmy okazję spróbować przeróżnych cięwkowych kompozycji kulinarnych, które stanowiły egzotyczną atrakcję.

Tak oto w skrócie wyglądał nasz BEST — Kurs Letni 2003 na temat astronomii stosowanej. Zapewne długo będą记得 jeszcze go wspominać, gdyż te dwa tygodnie spędzone razem zdołały jego uczestników bardzo ze sobą zbliżyć i dać początek nowym przyjaźniom.

Kurs był organizowany wyłącznie dla studentów z zagranicy, ale także i polscy studenci z uczelni technicznych, przy których działa organizacja BEST, mają możliwość wyjechać na podobne kursy organizowane w sezonie zimowym, wiosennym i latem w 22 krajach europejskich, do czego gorąco zachęcamy.

Katarzyna Rogowska

Polecamy!



Robert Burnham,
Alan Dyer, Jeff Kanipe
ASTRONOMIA, przewodnik po niebie i Wszechświecie

tlumaczenie z angielskiego
432 s.; ok. 650 il., mapy i wykresy;
21 × 14 cm

ISBN 83-213-4295-7
Wyd. ARKADY, Warszawa 2003 r.

Przewodnik jest przeznaczony nie tylko dla początkujących miłośników astronomii. Przedstawia historię dziedziny nauki oraz jej najnowsze odkrycia. Zawiera porady dotyczące wyboru odpowiedniego sprzętu do obserwacji nieba oraz jak takie obserwacje przeprowadzić. Recenzja książki na s. 238.

Najważniejszy katalog obiektów rozciągłych na niebie: New General Catalogue

Znaczenie tego katalogu dla astronomii XIX i XX w. można porównać jedynie z katalogami gwiazd Henry Drapera (HD) i F.W. Argelandera (*Bonner Durchmusterung* — BD). Początków koncepcji katalogu należy szukać w obszernych katalogach obiektów mgławicowych i gromad gwiazd, opracowanych przez Williama Herschela na przełomie XVIII i XIX w. Posługując się teleskopami o metalowych lustrach, mających średnice 60 cm i 120 cm, odkrył on tysiące tego rodzaju obiektów oraz zainicjował prace nad badaniem ich przestrzennego rozkładu. Prace kontynuował jego syn John Herschel, czego rezultatem było opublikowanie w 1864 r. *General Catalogue* (GC) zawierającego około 5300 obiektów z obu półkul nieba. Jest to bez wątpienia pierwotwór słynnego NGC.

W 1874 r. asystentem Lorda Rosse w jego obserwatorium astronomicznym na zamku Birr (Irlandia) został młody, 22-letni Duńczyk John L.E. Dreyer. Posługując się skonstruowanym przez Rosse'a w 1845 r. największym ówcześnie teleskopem świata, słynnym Leviatanem, o średnicy 180 cm, szybko doszedł do wniosku, że katalog Johna Herschela wymaga uzupełnienia o nowo odkrywane obiekty, również te odkrywane przez innych obserwatorów na całym świecie. Zaczęły się wtedy mnożyć listy takich obiektów, a sprawdzenie faktu, czy dany obiekt jest nowo odkrytym czy też był już obserwowany przez kogoś, stawało się coraz bardziej kłopotliwe, czasochłonne i niejednoznaczne. Ponadto nakład katalogu GC Herschela wyczerpał się. Z tych to podstawowych powodów John L.E. Dreyer, wtedy już asystent w Obserwatorium Dunsink (Dublin), opublikował w 1878 r. zawierający około 1000 obiektów suplement do GC. Innym ważnym powodem jego pracy było uwzględnienie dokładniejszych i bardziej pewnych pomiarów pozycji obiektów mgławicowych (głównie prace d'Arresta), jakie wykonano już po opublikowaniu GC.

W 1882 r. Dreyer został dyrektorem Obserwatorium Armagh (Irlandia) i kontynuował pracę nad kolejnym suplementem do GC. Jednak na prośbę Royal Astronomical Society w Londynie zebrał w 1888 r. wszystkie nowe uzupełnienia i dołączył do poprzednio opublikowanych list, tworząc *New General Catalogue of Nebulae and Star Clusters* (NGC). Ponad 7800 obiektów zostało skatalogowanych w kierunku rosnącej rektascencji na epokę 1860. Prawie wszystkie znajdujące się tam obiekty zostały odkryte wizualnie, przy okularze teleskopu, gdyż wtedy fotografia astronomiczna jeszcze raczkowała. Dreyer jednak dalej kompletował wszelkie uaktualnienia i nowe odkrycia dokonane wizualnie w latach 1888-1894, które opublikował jako *Index Catalogue* (IC) oraz *The Second Index Catalogue*. Ten drugi zawiera odkrycia dokonane głównie z pomocą fotografii w latach 1895-1907. Oba suplementy do NGC zawierają aż 5386 nowych obiektów, co daje łączną liczbę 13 226 pozycji.

NGC obejmuje, podobnie jak wcześniejszy GC, prawie wszystkie obiekty z katalogu Messiera (William Herschel natomiast unikał w swoich spisach umieszczania obiektów z jego katalogu). Katalogowi Messiera i obiektem tam zawartym poświęcona była znakomita seria artykułów w „Uranii-PA” (numery: 3/1998-1/2002). Zazwyczaj uważa się, że najjaśniejsze i najbardziej efektowne mgławice, galaktyki i gromady gwiazd są zawarte jedynie w katalogu Messiera, natomiast NGC zawiera obiekty słabe, niezbyt efektowne, które są tylko niewyraźnymi plamkami światła nawet w dużych (30 cm) amatorskich teleskopach. W większości to prawda, lecz wiele najjaśniejszych obiektów z NGC może śmiało konkurować z obiekttami Messiera. Ponadto różnorodność ich rodzajów i kształtów znacznie przewyższa to, co oferuje katalog Messiera. Ze względu na coraz większą dostępność dużych amatorskich teleskopów na montażu Dobsona, o śred-

No.	EC	JN	WN	Observers	Other		RA		AP (RA)		DEC		AP (DEC)		Description
					1860.0	1880.0	1860.0	1880.0	1860.0	1880.0	1860.0	1880.0	1860.0	1880.0	
100	***	***	***	Dw III	00h 16m 48s	+3.10s	74° 17.7'	-20.0"	vF, pS, mE						
101	0050	2321	***		00h 16m 56s	+3.00s	123° 19.4'	-20.0"	pB, pL, 1B, * 14 f						
102	***	***	L I		00h 17m 30s	+3.04s	104° 45'	-20.0"	eF, vB, R						
103	0051	0020	***		00h 17m 38s	+3.27s	29° 26.7'	-20.0"	C1, pB, pC, st 11-18						
104	0052	2322	***	Lac I, 1, Dunlop	00h 17m 47s	+2.72s	162° 51.6'	-20.0"	Globular Cluster II vB, vL, vMCM						
105	***	***	St XIII, Sm V		00h 18m 03s	+3.10s	77° 53.4'	-20.0"	vF, S, R, vLM						
106	***	***	L I		00h 18m 30s	+3.06s	95° 56'	-20.0"	pF, vB, R, 1bM						
107	5099	...	***	O Struve	00h 18m 40s	+3.05s	99° 3'	-20.0"	F, pL, * 7 sf 5'						
108	0053	0021	III 148		00h 18m 40s	+3.13s	61° 33.0'	-20.0"	pF, pL, R, psLM						
109	0054	***	...	d'A	00h 18m 51s	+3.12s	68° 58.3	-20.0"	vF, S, 3 st nr						
110	0055	0022	...		00h 19m 19s	+3.41s	19° 23.0'	-20.0"	C1, pR, 1C, st 9-12						

Fragment strony z oryginalnego katalogu NGC Dreyera z roku 1888. Kolejne kolumny to numer katalogowy obiektu, numer w katalogu GC, w katalogu Johna Herschela z 1833 r., w katalogu Wiliama Herschela z 1802 r., inni obserwatorzy (odkrywcy), współrzędne równikowe na epokę 1860 wraz z precesją do roku 1880 oraz zwięzły opis wyglądu danego obiektu

Astronomia dla studentów Akademii Technicznych

W dniach 29 czerwca — 12 lipca 2003 r. w Krakowie odbył się akademicki Kurs Letni (Cracow Summer Course 2003) pod tytułem *Applied Astronomy*. Został zorganizowany przez krakowską grupę lokalną *BEST Kraków* (<http://www.BEST.agh.edu.pl>) Europejskiego Stowarzyszenia Studentów Uczelni Technicznych (Board of European Students of Technology BEST) (<http://www.BEST.eu.org>). Koordynatorami kursu byli Anna Kocur i Konrad Jasiński. Kurs był skierowany do studentów zagranicznych uczelni, pasjonujących się astronomią. Dzięki wielu wykładom i wycieczkom terenowym uczestnicy mieli okazję zapoznać się z podstawami astronomii i poznać jej praktyczne zastosowanie. Obok dużego nacisku na wysoką jakość merytoryczną kursu, dołożyliśmy wszelkich starań, aby aspekt kulturalny znalazł się na równie wysokim poziomie.

Cykl wykładów rozpoczął prof. Konrad Rudnicki z Uniwersytetu Jagiellońskiego wstępem do kosmologii. Następnie prof. Andrzej Woszczyk z Centrum Astronomicznego Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu wprowadził nas w temat *The Universe in the age of the space telescope*. Nasza wiedza o połączeniu GPS z astronomią powiększyła się po prelekcjach prof. Władysława Górala z naszej rodzinnej Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie. Z kolei prof. Andrzej Jurewicz z warszawskiego Centrum Badań Kosmicznych opowiedział nam o swoich najnowszych badaniach. Dopełnieniem cyklu stanowiły wykłady dra Henryka Brancewicza z Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii w Krakowie: *Internal structure and evolution of the stars* oraz *Astronomical observations made by amateurs*.

Już od pierwszych dni swego pobytu uczestnicy Kursu Letniego 2003 mieli możliwość poznania pięknego Krakowa. Zwiedzanie miasta pozwoliło im na samodzielne odkrywanie tajemnic Krakowa, wyszukiwanie jego najbardziej charakterystycznych, a niejednokrotnie dokładnie ukrytych cech oraz poznanie najbardziej uroczych zakątków. Z kolei wieczorna wędrówka po najbardziej stylowych krakowskich pubach dała nam studentom niepowtarzalną okazję ujrzenia na własne oczy, jak Kraków bawi się po zachodzie słońca.

Wykorzystując na początku kursu przepiękną pogodę, która nas, niestety, już po tygodniu opuściła, pokazaliśmy

naszym europejskim koleżankom i kolegom słynny Kopiec Kościuszki, a raczej zapierający dech w piersiach widok Krakowa z jego szczytu. Z kolei dwudniowa wycieczka w Gorce udowodniła, jak aktywnie można u nas spędzać wolny czas, łącząc to z podjadaniem pysznych jagód rosnących przy leśnej ścieżce. Była również pretekstem do wymiany informacji na temat bogactw naturalnych krajów, z których pochodzili uczestnicy naszego kursu: Belgii, Danii, Finlandii, Francji, Hiszpanii, Macedonii, Portugali, Rumunii, Ukrainy.

Pewne miejsca w Polsce są znane na całym świecie; należą do nich bez wątpienia obóz koncentracyjny w Oświęcimiu i Kopalnia Soli w Wieliczce. Wycieczka do Oświęcimia otworzyła wszystkim nieświadomym oczy, jak naprawdę wyglądały miejsca hitlerowskiej zagłady. Było to zarówno dla uczestników, jak i dla nas — organizatorów, niezapomniane, wstrząsające przeżycie, utwierdzające wszystkich w przekonaniu, że należy zrobić wszystko, aby historia nie miała okazji się powtórzyć. Z kolei jeźście do solnych podziemi stanowiło dla naszych uczestników nie lada atrakcję, albowiem nie każdy kraj może się takimi miejscami poszczęścić!

Doskonalem urozmaiceniem wykładów, dającym możliwości praktycznego poznania astronomii, były wycieczki do obserwatoriów: na Suhorę w Gorcach, do Niepołomic, a także do Obserwatorium Uniwersytetu Jagiellońskiego na Zaka-

mycu w Krakowie. Tam mogliśmy z bliska poznać budowę teleskopu, zobaczyć od kuchni pracę astronomów, a przy okazji zapoznać się z najnowszymi technikami stosowanymi w astronomii.

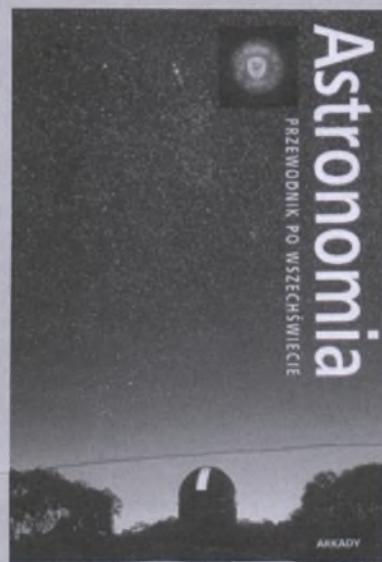
W czasie naszego kursu nie mogło zabraknąć oczywiście gruntownego poznania tak różnorodnych kultur, którym przyszło się spotkać w Krakowie. Służył temu *International i Polish Evening*, dzięki któremu dane było każdej ze stron zakosztować specjałów odmiennych, egzotycznych kuchni. Tradycyjne polskie potrawy: bigos, krokiety, śledziki, barszcz, naleśniki, jak i krakowskie słodycze niezmiernie przypadły do gustu naszym gościom. My natomiast mieliśmy okazję spróbować przeróżnych ciekawych kompozycji kulinarnych, które stanowiły egzotyczną atrakcję.

Tak oto w skrócie wyglądał nasz BEST — Kurs Letni 2003 na temat astronomii stosowanej. Zapewne długo będą记得 jeszcze go wspominać, gdyż te dwa tygodnie spędzone razem zdołały jego uczestników bardzo ze sobą zbliżyć i dać początek nowym przyjaźniom.

Kurs był organizowany wyłącznie dla studentów z zagranicy, ale także i polscy studenci z uczelni technicznych, przy których działa organizacja BEST, mają możliwość wyjechać na podobne kursy organizowane w sezonie zimowym, wiosennym i letnim w 22 krajach europejskich, do czego gorąco zachęcamy.

Katarzyna Rogowska

Polecamy!



Robert Burnham,
Alan Dyer, Jeff Kanipe
ASTRONOMIA, przewodnik po niebie i Wszechświecie
tłumaczenie z angielskiego
432 s.; ok. 650 il., mapy i wykresy;
21 × 14 cm
ISBN 83-213-4295-7
Wyd. ARKADY, Warszawa 2003 r.

Przewodnik jest przeznaczony nie tylko dla początkujących miłośników astronomii. Przedstawia historię dziedziny nauki oraz jej najnowsze odkrycia. Zawiera porady dotyczące wyboru odpowiedniego sprzętu do obserwacji nieba oraz jak takie obserwacje przeprowadzić. Recenzja książki na s. 238.

Najważniejszy katalog obiektów rozciągłych na niebie: New General Catalogue

Znaczenie tego katalogu dla astronomii XIX i XX w. można porównać jedynie z katalogami gwiazd Henry Drapera (HD) i F.W. Argelandera (*Bonner Durchmusterung — BD*). Początków koncepcji katalogu należy szukać w obszernych katalogach obiektów mgławicowych i gromad gwiazd, opracowanych przez Williama Herschela na przełomie XVIII i XIX w. Posługując się teleskopami o metalowych lustrach, mających średnice 60 cm i 120 cm, odkrył on tysiące tego rodzaju obiektów oraz zainicjował prace nad badaniem ich przestrzennego rozkładu. Prace kontynuował jego syn John Herschel, czego rezultatem było opublikowanie w 1864 r. *General Catalogue* (GC) zawierającego około 5300 obiektów z obu półkul nieba. Jest to bez wątpienia pierwotwór słynnego NGC.

W 1874 r. asystentem Lorda Rosse w jego obserwatorium astronomicznym na zamku Birr (Irlandia) został młody, 22-letni Duńczyk John L.E. Dreyer. Posługując się skonstruowanym przez Rosse'a w 1845 r. największym ówcześnie teleskopem świata, słynnym Leviatanem, o średnicy 180 cm, szybko doszedł do wniosku, że katalog Johna Herschela wymaga uzupełnienia o nowo odkrywane obiekty, również te odkrywane przez innych obserwatorów na całym świecie. Zaczęły się wtedy mnożyć listy takich obiektów, a sprawdzenie faktu, czy dany obiekt jest nowo odkrytym czy też był już obserwowany przez kogoś, stawało się coraz bardziej kłopotliwe, czasochłonne i niejednoznaczne. Ponadto nakład katalogu GC Herschela wyczerpał się. Z tych to podstawowych powodów John L.E. Dreyer, wtedy już asystent w Obserwatorium Dunsink (Dublin), opublikował w 1878 r. zawierający około 1000 obiektów suplement do GC. Innym ważnym powodem jego pracy było uwzględnienie dokładniejszych i bardziej pewnych pomiarów pozycji obiektów mgławicowych (głównie prace d'Arresta), jakie wykonano już po opublikowaniu GC.

W 1882 r. Dreyer został dyrektorem Obserwatorium Armagh (Irlandia) i kontynuował pracę nad kolejnym suplementem do GC. Jednak na prośbę Royal Astronomical Society w Londynie zebrał w 1888 r. wszystkie nowe uzupełnienia i dołączył do poprzednio opublikowanych list, tworząc *New General Catalogue of Nebulae and Star Clusters* (NGC). Ponad 7800 obiektów zostało skatalogowanych w kierunku rosnącej rektascencji na epokę 1860. Prawie wszystkie znajdujące się tam obiekty zostały odkryte wizualnie, przy okularze teleskopu, gdyż wtedy fotografia astronomiczna jeszcze raczkowała. Dreyer jednak dalej kompletował wszelkie aktualizacje i nowe odkrycia dokonane wizualnie w latach 1888–1894, które opublikował jako *Index Catalogue* (IC) oraz *The Second Index Catalogue*. Ten drugi zawiera odkrycia dokonane głównie z pomocą fotografii w latach 1895–1907. Oba suplementy do NGC zawierają aż 5386 nowych obiektów, co daje łączną liczbę 13 226 pozycji.

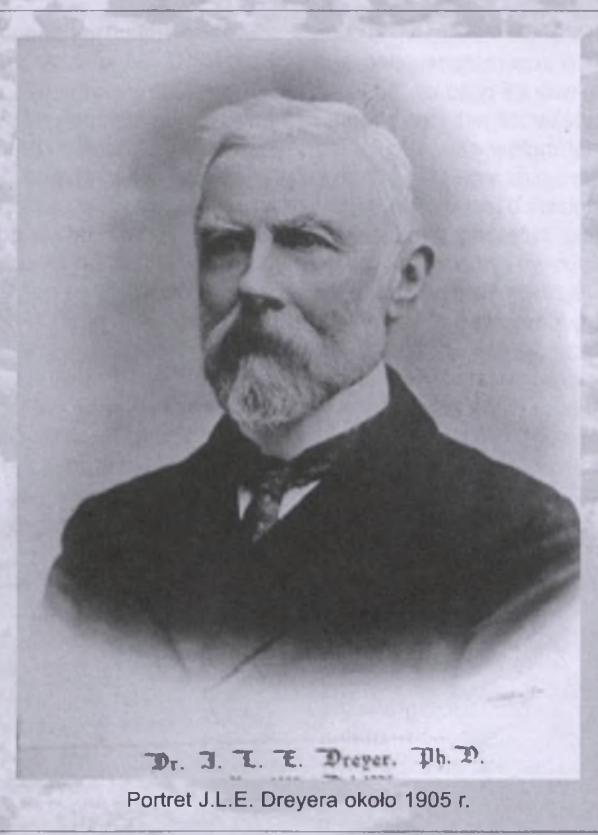
NGC obejmuje, podobnie jak wcześniejszy GC, prawie wszystkie obiekty z katalogu Messiera (William Herschel natomiast unikał w swoich spisach umieszczania obiektów z jego katalogu). Katalogowi Messiera i obiektem tam zawartym poświęcona była znakomita seria artykułów w „Uranii-PA” (numery: 3/1998–1/2002). Zazwyczaj uważa się, że najjaśniejsze i najbardziej efektowne mgławice, galaktyki i gromady gwiazd są zawarte jedynie w katalogu Messiera, natomiast NGC zawiera obiekty słabe, niezbyt efektowne, które są tylko niewyraźnymi plamkami światła nawet w dużych (30 cm) amatorskich teleskopach. W większości to prawda, lecz wiele najjaśniejszych obiektów z NGC może śmiało konkurować z obiektami Messiera. Ponadto różnorodność ich rodzajów i kształtów znacznie przewyższa to, co oferuje katalog Messiera. Ze względu na coraz większą dostępność dużych amatorskich teleskopów na montażu Dobsona, o śred-

No.	GC	JN	Wk	Observers	Other	RA		AP (RA)		DEC		AP (DEC)	
						1860.0	1880.0	1860.0	1880.0	1860.0	1880.0	1860.0	1880.0
100	...	***	...	Bm III	00h 16m 48s +3.10s	74° 17.7'	-20.0"	vP, ps, mE					
101	0050	2321	00h 16m 56s +3.00s	123° 19.4'	-20.0"	pB, pL, 1E, * 14 f					
102	***	***	...	L I	00h 17m 30s +3.04s	104° 45'	-20.0"	eP, vS, R					
103	0051	0020	00h 17m 38s +3.27s	29° 26.7'	-20.0"	C1, ps, PC, st 11-18					
104	0052	2322	...	Lec I, I, Dunlop	00h 17m 47s +2.72s	162° 51.6'	-20.0"	Globular Clusteri vB, vL, vMC					
105	St XIII, Sm V	00h 18m 03s +3.10s	77° 53.4'	-20.0"	vP, S, R, vlbM					
106	L I	00h 18m 30s +3.06s	95° 56'	-20.0"	pF, vS, R, 1bM					
107	5099	O Struve	00h 18m 40s +3.05s	99° 3'	-20.0"	F, pL, * 7 sf 5'					
108	0053	0021	XXX 148	***	00h 18m 40s +3.13s	61° 33.8'	-20.0"	pF, pL, R, pslbM					
109	0054	d'A	00h 18m 51s +3.12s	68° 58.3'	-20.0"	vP, S, 3 st nr					
110	0055	0022	...		00h 19m 19s +3.41s	19° 23.0'	-20.0"	C1, pR, 1C, st 9-12					

Fragment strony z oryginalnego katalogu NGC Dreyera z roku 1888. Kolejne kolumny to numer katalogowy obiektu, numer w katalogu GC, w katalogu Johna Herschela z 1833 r., w katalogu Wiliama Herschela z 1802 r., inni obserwatorzy (odkrywcy), współrzędne równikowe na epokę 1860 wraz z przeniesioną do roku 1880 oraz zwiększony opis wyglądu danego obiektu

nicach od 25 cm do 60 cm, wielu miłośników astronomii zwróciło swe zainteresowanie ku katalogowi NGC. Powstają znakomite strony internetowe poświęcone NGC — na razie tylko w języku angielskim. Warto tu wymienić trzy: *The NGC/IC Project* (<http://www.ngcic.com>), *The Interactive NGC catalogue Online* (<http://www.seds.org/~spider/ngc/ngc.html>) oraz *Cosmic Voyage* (http://members.aol.com/_ht_a/billferris/index.html). Zawierają one podstawowe dane o obiektach z NGC, ich zdjęcia i rysunki oraz informacje o samym katalogu i jego historii wraz z wieloma użytecznymi linkami do innych stron. Niniejszym wstępem rozpoczynamy cykl artykułów poświęconych najjaśniejszym i najciekawszym obiektem NGC. Wyboru obiektów dokonałem, korzystając m.in. ze znakomitej komplikacji *The Finest N.G.C. Objects* Alana Dyera, która w swej formie i liczbie nawiązuje do katalogu Messiera. Wybór obejmuje 120 obiektów i jest ograniczony do obiektów o deklinacji większej niż -25° (z jednym wyjątkiem: NGC 6520), tak by można je było dostrzec z terenu Polski w warunkach amatorskich. Aby zobaczyć większość obiektów wymienionych, należy dysponować teleskopem o średnicy około 10-12 cm i oczywiście odpowiednio ciemnym i pogodnym nocnym niebem. Część obiektów wymaga jednak teleskopu o średnicy 20-25 cm. Z drugiej strony kilka obiektów z listy można spokojnie podziwiać przez silną lornetkę.

Dariusz Graczyk

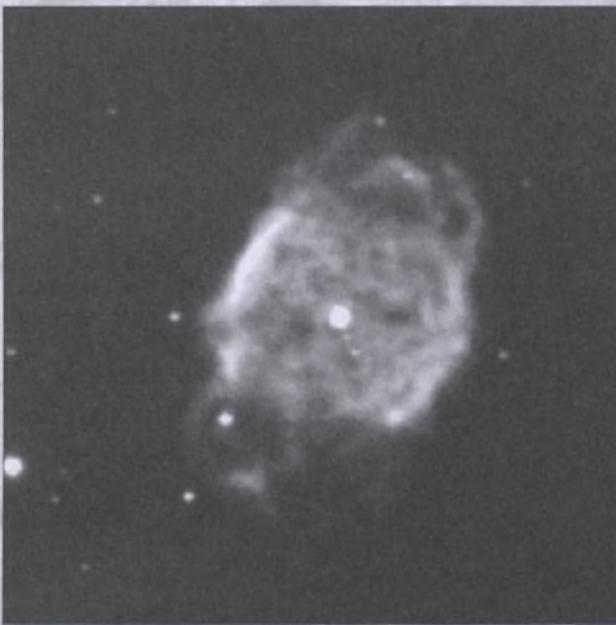


NGC 40

α (J2000)	00 ^h , 13,0 ^m
δ (J2000)	+72° 32'
Gwiazdozbiór	Cefeusz
Typ	mgławica planetarna
Jasność fotograficzna	11
Jasność wizualna	12,3
Jasność absolutna M _v	—
Rozmiar	> 37"
Odległość	1000 pc
Prędkość radialna	-20,4 km/s

Mgławica planetarna NGC 40 została odkryta, podobnie jak 2400 innych obiektów katalogu NGC, przez Williama Herschela, który opisał ją jako: „słabą, bardzo małą, okrągłą, nagle jaśniejącą ku środkowi i zielonkawoszarej barwie”. Po angielsku nosi nazwę *Bow-Tie*. Jest nietypową mgławicą, a to dlatego, że na zdjęciach wykonanych większymi teleskopami widać wyraźnie jej ciemnoczerwoną barwę, co jest spowodowane przez niski poziom wzbudzenia gazu przez centralną gwiazdę. Jest stosunkowo jasna i można ją zobaczyć jako nieregularną, rozmytą plamkę już w teleskopie średnicy 10 cm. Teleskopy ponad 25 cm przy dużym powiększeniu i dobrym seeingu pozwalają zobaczyć bogactwo szczegółów. Jednak nawet w dużych instrumentach wydaje się ona niezmiennie szara.

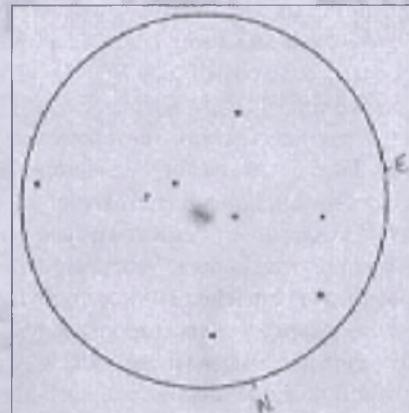
Mgławicę pobudza do świecenia centralnie położona gwiazda HD 826 o jasności 11,6 mag. Jądro mgławicy jest typu WC8 i ma temperaturę efektywną aż 90 000 K. Temperatura tej gwiazdy jest wystarczająca, aby zjonizować gaz



mgławicy w znacznie większym stopniu niż to się obserwuje, co oznacza, że najprawdopodobniej jest ona osłonięta koncentryczną warstwą materii o większej gęstości, która blokuje jej światło. Taka warstwa mogłaby utworzyć się w wyniku oddziaływanego materii mgławicy z bardzo szybkim i gęstym wiatrem gwiazdowym centralnej gwiazdy. Prędkość tego

wiatru wynosi około 2000 km/s, a tempo, w jakim jądro mgławicy traci materię, szacuje się na około $10^{-7} M_{\odot}$ /rok. W konsekwencji tylko część wysokoenergetycznych fotonów ma możliwość penetracji mgławicy i wywołania jonizacji. W samej mgławicy wyróżnia się rozległa siatka włókien i bąblów, która rozciąga się jeszcze poza jej obszar. Stwierdzono, że mgławica jest otoczona przez rozległe, bardzo rozrzedzone halo, które jest pozostałością po wcześniejszych epizodach wypływu masy z centralnej gwiazdy. Powyższe cechy sugerują, że mamy do czynienia z obiektem pośrednim pomiędzy klasyczną mgławicą planetarną a mgławicą protoplanetarną, której jądro to obiekt post-AGB, ewoluujący szybko w kierunku stadium białego karła.

Obok: rysunek NGC 40 wykonany przez Billa Ferrisa teleskopem Newtona o średnicy 25 cm. Powiększenie 129x



NGC 147

α (J2000)	00 ^h , 33,2 ^m
δ (J2000)	+48° 30'
Gwiazdozbiór	Kasjopea
Typ	galaktyka – dE5 pec
Jasność fotograficzna	10,7
Jasność wizualna	9,6
Jasność absolutna M _v	-15,5
Rozmiar	15,0' × 9,4'
Odległość	750 kpc
Prędkość radialna	-193 km/s

Sąsiadka NGC 185 i, podobnie jak ona, satelita M31. Została odkryta w roku 1820 przez Johna Herschela i oznaczona w *General Catalogue* symbolem GC72. Odkrywca określił ją jako: „bardzo słabą, rozległą, o nieregularnym brzegu, nagle silnie jaśniejącą ku środkowi”. Na jej tle widać gwiazdę pola o jasności 11 mag. Od NGC 185 dzieli ją na niebie tylko 58 minut łuku i obie są prawdopodobnie związane grawitacyjnie ze sobą. Pomimo podobnej jasności całkowitej, NGC 147 jest wyraźnie trudniejsza do zobaczenia niż sąsiadka, a to z powodu małej jasności powierzchniowej. Poza naprawdę ciemnym niebem trzeba dysponować teleskopem o średnicy 15 cm, aby dostrzec ten obiekt.

Większość gwiazd galaktyki należy do starej populacji II o przeciętnym wieku około 10 mld lat. Młodych gwiazd o wieku poniżej 1 mld lat jest mało i grupują się one, podobnie jak



w przypadku NGC 185, głównie w pobliżu środka galaktyki. Obie galaktyki charakteryzuje niska metaliczność. W odróżnieniu od swojej sąsiadki, NGC 147 posiada bardzo niewielkie neutralnego wodoru HI oraz gazu molekularnego.

NGC 185

α (J2000)	00 ^h , 39,0 ^m
δ (J2000)	+48° 20'
Gwiazdozbiór	Kasjopea
Typ	galaktyka – dE3 pec
Jasność fotograficzna	10,1
Jasność wizualna	9,2
Jasność absolutna M _v	-15,5
Rozmiar	14,5' × 12,5'
Odległość	620 kpc
Prędkość radialna	-202 km/s

Ta eliptyczna galaktyka karłowata została odkryta w 1787 r. przez Williama Herschela i skatalogowana przez niego jako

obiekt mgławicowy H II.707. John Herschel w *General Catalogue* określił ją jako: „dosyć jasną, rozległą, o nieregularnym brzegu, bardzo silnie jaśniejącą ku środkowi i o ledwieauważalnym cętkowaniu”. Znajduje się pomiędzy dwiema gwiazdami o jasności 8,5 mag., tworząc charakterystyczny układ. W 1944 r. Walter Baade rozdzielił ją na pojedyncze gwiazdy i ustalił, że wraz ze swoją sąsiadką NGC 147 jest członkiem Lokalnej Grupy galaktyk. Obie, podobnie jak M32 („Urania-PA” 4/1999) i M110 („Urania-PA” 1/2002), są karłowatymi galaktykami eliptycznymi i jednocześnie satelitami Mgławicy Andromedy (M31 – „Urania-PA” 4/1999). Leżą jednak od niej znacznie dalej i są nieco słabsze niż ich lepiej znane towarzyszki z katalogu Messiera. Odległość NGC 185 od M31 w kie-

Warstwa ozonowa w remoncie

Mamy wreszcie obserwacyjne potwierdzenie związku między staraniami mającymi na celu ograniczenie emisji do atmosfery związków „ozonobójczych” a procesem regeneracji słynnej warstwy ozonowej. O istotności jej samej dla naszego bezpiecznego ziemskiego bytowania nie trzeba chyba nikogo przekonywać. Jest to przecież nasze najważniejsze i największe zabezpieczenie przed śmiertelniejącym promieniowaniem ultrafioletowym Słońca.

Dzięki długoletnim obserwacjom satelitarnym wiemy już na pewno, że proces ubywania ozonu w górnej stratosferze uległ wyraźnemu spowolnieniu. Bohaterami są tu weterani NASA — satelita SAGE I (Stratospheric Aerosol and Gas Experiment), będący na orbicie od 1979 r. i SAGE II — od 1984 oraz ich młodszy kolega HALOE (Halogen Occultation Experiment) — od 1991 r.

Zaobserwowany spadek tempa zmniejszania się warstwy ozonowej jest wyraźnie skorelowany ze spadkiem obfitości w atmosferze szkodliwych związków chemicznych wytwarzanych przez człowieka, głównie tych zawierających chlor i brom. Potwierdziły to obserwacje poczynione przez satelity i dokonane przez instrumenty zamontowane w balonach i samolotach oraz w pomiarach naziemnych. Omawiane wyniki to zarazem potwierdzenie słuszności podpisanej w 1987 r. w Montrealu protokołu, który ograniczył wytwarzanie i używanie szkodliwych dla ozonu związków.

Jak zaznacza Mike Newchurch z University of Alabama, ilość ozonu wciąż spada, jednakże już w zauważalnie wolniejszym tempie. Trzeba mieć świadomość, że od całkowitej regeneracji warstwy ozonowej wciąż dzieli nas całe

dzieśięciolecia. Nie są też do końca wyjaśnione wątpliwości co do wpływu zmian klimatycznych na proces regeneracji. Niewątpliwie ważny i optymistyczny jest wszelako wniosek, iż czynione od wielu lat starania nie były bezuwocne i są godne kontynuacji. (mag)

Nowa kamera CCD w Obserwatorium Palomarskim

Wielce zasłużony dla astronomii — pracujący dla niej już niemal 55 lat — 48-calowy teleskop Schmidta nazwany obecnie „teleskopem Oschina”, doznał kolejnej rewitalizacji. Zainstalowano w nim bowiem największą na świecie kamerę CCD składającą się ze 112 modułów CCD. Dla Anglosasów, lubiących się w akronimach mających swój własny sens, nazwa nie stanowiła problemu — QUEST (ang. śledztwo, poszukiwanie), czyli Quasar Equatorial Survey Team. Ten potężny instrument to wspólne dzieło szeregu astrofizyków pracujących na uniwersytetach w Indianie i Yale.

Warto przypomnieć, że od 2001 r. ten sam teleskop był wykorzystywany do poszukiwań obiektów przebywających w pobliżu Ziemi. Służyła do tego inna kamera — NEAT (ang. staranny, systematyczny), czyli Near-Earth Asteroid Tracker. Plon tamtej misji był nie byle jaki — udało się odkryć 189 planetoid krążących w pobliżu Ziemi oraz 20 nowych komety.

Instalacja nowej kamery wraz z niezbędną elektroniką była precyzyjnym i czasochłonnym procesem. Niezbędne były też pewne zmiany w samym teleskopie. Wszystko zostało jednak uwieńczone sukcesem, a sama kamera zobaczyła już swe pierwsze światło. Jednym z istotnych trybów pracy tego instrumentu będzie możliwość unieruchomienia teleskopu i scytywanie danych

o obiektach przesuwających się w jego polu widzenia w tempie zgodnym z szybkością ich ruchu. Pozwoli to na tworzenie fotografii nieba, będących długimi paskami i umożliwia astronomom poszukiwania kwazarów, supernowych, planetoid i wielu innych obiektów.

Już w zeszłym roku, uczeni ze słynnego CALTECH-u — Chad Trujillo i Mike Brown, korzystając z kamery NEAT, odkryli największy z dotychczas znanych obiektów tzw. Pasa Kuipera, który otrzymał nazwę Quaoar. Będąc wielkości mniej więcej połowy Plutona, jest też razem największym obiektem ujawnionym w Układzie Słonecznym od czasu odkrycia Plutona w 1930 r. Brown pokłada wielkie nadzieje w nowym oprzyrządowaniu, gdyż spodziewa się znaleźć jeszcze większe obiekty Pasa Kuipera, być może nawet wielkości Marsa.



Inne plany związane z QUESTem to systematyczne poszukiwanie kwazarów. Każdego z „podejrzanych” przejmie 200-calowy teleskop Hale'a. Te z obiektów, którym z dużą pewnością przypisze on etykietkę „kwazar”, znajdą się docelowo w polu widzenia jednego z 10-metrowych teleskopów Kecka. Analogiczną ścieżką będą podążać poszukiwania supernowych w odległych galaktykach. Uzyskane w ten sposób dane będą mogły potwierdzić fakt przyśpieszania ekspansji Wszechświata. (mag)

runku prostopadłym do kierunku widzenia wynosi około 100 kpc. W ogóle rodzina galaktyki M31 jest liczna i zawiera łącznie co najmniej 12 karłowatych galaktyk oraz jedną większą galaktykę M33. NGC 185 jest czwarta (nie licząc M31) co do jasności w tej rodzinie, jednak aby ją zobaczyć, musimy dysponować teleskopem o średnicy co najmniej 10 cm.

Galaktyka posiada liczną populację gwiazd RR Lyr o typowej jasności 25 mag. Przez długi czas przypuszczano, że galaktyka ta zawiera jedynie stare gwiazdy populacji II, tymczasem w 1999 r. odkryto, że znajdują się w niej młode gromady niebieskich gwiazd, liczące sobie od 50 milionów lat w górę. Świadczy to o obecności stałej, choć niewielkiej aktywności gwiazdotwórczej w obrębie tej galaktyki, która nasiąkała się odpowiednio 50, 100 i 1000 milionów lat temu. (dg)



Ary Sternfeld dobrze i mniej znany

W kręgach astronomów i miłośników astronomii Ary Sternfeld był dobrze znany jako uczony, który szczególnie zasłużył się w określaniu orbit rakiet i sztucznych satelitów, jakie miałyby okrązać Księżyca, Ziemię, Wenus i Marsa. Swój dorobek naukowy z wymienionej dziedziny zamieścił już w wieku 28 lat w dziele swego życia *Wstęp do kosmonautyki*.

Podobnie jak wiele innych wybitnych jednostek wyprzedzających swymi pomysłami i projektami epokę, w której żyli, on również spotykał się z rażąco przejawami braku zrozumienia dla swych śmiałycych idei. Tak było w Uniwersytecie w Nancy, gdzie studiował od 1924 r. i gdzie powoli treść jego życia stawała się astronauptyka. Żaden z uczonych francuskich nie odważył się promować takiej tematyki pracy naukowej. Dostrzegali wprawdzie jego nieprzeciętnie zdolności i proponowali pracę naukową z zakresu teorii skrawania metali. Nie przyjął tej oferty. Przyznał się, że żałował jej odrzucenia.

Gdy swój *Wstęp do kosmonautyki* próbował poddać ocenie oficjalnej nauki i wystąpił przed gronem profesorów i doktorów astronomii na zebraniu sekcji naukowej Towarzystwa Przyjaciół Astronomii 6 grudnia 1933 r. w Obserwatorium Astronomicznym Uniwersytetu Warszawskiego — został przyjęty chłodno. Referat nie wywołał entuzjazmu i wydawał się w owych czasach zbyt fantastyczny. Jedyne przewodniczący zebrania — dr Jan Gadomski — nie podzielił powszechnego sceptycyzmu słuchaczy, gratulując młodemu uczonemu i kilku cieplim zdaniami zachęcając do dalszych zamierzonych wysiłków. W zaistniałej sytuacji szansą dla niego stała się propozycja, jaką otrzymał wiosną 1935 r. ze Związku Radzieckiego, gdzie idei lotów kosmicznych nie uważało za fantazję. Wkrótce znalazł się w Moskwie i rozpoczął pracę w Naukowo-Badawczym Instytucie Napędu Odrzutowego, którego twórcą i opiekunem był marszałek Tuchaczewski. *Wstęp do kosmonautyki* ukazał się drukiem w języku rosyjskim w nakładzie 2000 egz. i uzyskał znakomite recenzje.

Wkrótce jednak położono kres możliwościom jego twórczego działania. Wielu Rosjan i cudzoziemców dotknęły stalinowskie represje. Dziś dostrzega się wyraźnie przejawy bezmyślności despoty. Stracono marszałka Tuchaczewskiego, a zespół uczonych skupionych w in-

stytucie, którym się opiekował, rozpedzono, choć z ich dorobku można było skorzystać w obronie kraju. Po śmierci Stalina znowu powoli zaczęła pojawiać się szansa wykorzystania dorobku Ary Sternfelda. Wreszcie ujawnił się triumf jego idei, gdy 4 października 1957 r. Związek Radziecki wstał pierwszego sztucznego satelitu Ziemi, który okrążył Ziemię po orbicie niemal dokładnie takią, jaką wyliczył Ary Sternfeld.

Jednym z tych, którym dane było utrzymywać osobiste kontakty z Ary Sternfeldem, był Miroslaw Zbigniew Wojsalski. Napisał książkę *Orbita sputników Ary Sternfeld obliczał w Łodzi w latach 1932-1933*. Została wydana w 2000 r. przez Widzewską Oficynę Wydawniczą „Zora” w Łodzi. W tejże publikacji autor w bardzo interesujący sposób przedstawił życie i działalność Ary Sternfelda.

Chociaż nie należałem do ludzi, którzy mogli mieć osobiste kontakty z Ary Sternfeldem, jednak wiele mu zawdzięczam. Od 65 lat jestem miłośnikiem astronomii i zapalonym obserwatorem rojów meteorów. Otóż w 1964 r., w wyniku kontaktów z moim kolegą Zdzisławem Pawlikiem, mieszkańcem Pabianic, który miał rodzinę w ZSRR, zwróciłem się do niego z prośbą, aby przywiózł mi jakąś publikację dotyczącą obserwacji nieba. Ku memu ogromnemu zdziwieniu dostarczył mi kalendarz astronomiczny na 1965 r. w języku rosyjskim, w którym znalazłem wielki zasób informacji Ary Sternfelda z zakresu promieniowania rojów meteorów. W tej dziedzinie Sternfeld był mniej znany, a jednak jego wiedza okazała się i tu ogromna, gdyż żadna z publikacji, jakie czytałem z tej dziedziny, nie zawierały nawet niewielkiej części informacji, jakie znalazłem w tym kalendarzu.

Były w nim zamieszczone podstawowe dane o 347 rojach meteorów, a więc niemal dla każdego dnia roku było podane maksimum promieniowania jednego z rojów z podaniem liczby meteorów dostrzeganych w ciągu godziny, współrzędnych radiantu i nieraz jeszcze pewnych szczególnych właściwości roju. Radianty te, prócz jednego, naniosłem na mapy *Atlasu Nieba Gwiazdistego wiadocznego w Polsce*, autora Jerzego Dobrzyckiego, przyjmując oznaczanie ich liczbami odpowiadającymi kolejnym dniom roku. Wyjątkowo nie mogłem nadanie tylko jednego radiantu, który odnosił się do niespodziewanie odkrytego w 1960 r. roju Feniksydów, promieniującego zaledwie w ciągu jednej nocy z 5 na 6 grudnia z aktywnością około 30 me-

teorów na godzinę, gdyż współrzędne radiantu były następujące:

$$\alpha = 1^h 12' \text{ oraz } \delta = -44^\circ.$$

Takiej mapy nieba południowego we wspomnianym atlasie niestety nie było. Na obszarze ZSRR były jednak takie miejsca, jak choćby półwysep Krym, skąd można było obserwować promieniowanie wspomnianego roju. Radiant znajduje się w pobliżu gwiazdy u Feniksa (*ypsilona Feniksa*) i tworzy w wyobrażni trójkąt prostokątny z gwiazdami β i γ tej konstelacji.

W 1964 r., kiedy otrzymałem wspomniany kalendarz, miałem za sobą 27 lat obserwacji meteorów i zgromadzone informacje o 46 rojach meteorów, których istnienie zostało potwierdzone przez moje obserwacje, a o których nie napotkałem żadnych wzmianek w dostępnych mi publikacjach z tej dziedziny. Byłem zdumiony stwierdzeniem, że 42 spośród tych rojów figurowały w zbiorze Ary Sternfelda, w tym jeden, który wyjątkowo zaprzatał moją uwagę. 16 marca 1961 r. o godz. 21²³ podczas gwiezdnej nocy zaobserwowałem pojawienie się jednocześnie dwóch bolidów, których początek lotów był w identycznym miejscu, lecz kierunki lotów różne. Jeden z nich o jasności -4^m biegł w kierunku zachodnim przez konstelację Oriona, a drugi o jasności -6^m — w kierunku południowym. 13 marca 1963 r. o godz. 21⁴⁴ ujrzałem znowu w tym rejonie nieba najjaśniejszy bolid, jaki kiedykolwiek, w czasie moich obserwacji widziałem. Miał on bez wątpienia jasność -10^m . Jak się okazało, w zbiorze Ary Sternfelda rój meteorów z takimi bolidami figurował pod datą 18 marca, którą on traktował jako datę maksimum promieniowania roju. Współrzędne radiantu dla tego roju w maksimum były następujące:

$$\alpha = 11^h 12' \text{ oraz } \delta = +8^\circ.$$

Dostrzeżone przeze mnie 16 marca 1961 r. bolidy miały identyczną deklinację, lecz rektascensję nieco większą, wynoszącą $11^h 16'$, a bolid z 13 marca 1963 r. posiadał rektascensję wynoszącą $11^h 22'$ przy deklinacji również wynoszącej $+8^\circ$. Nie ulega więc wątpliwości, że jest to identyczny rój meteorów dający często bolidy o niespotykanej jasności, a jego radiant w dniu, w którym przypada maksimum promieniowania, znajduje się nieco na wschód od gwiazdy χ Lwa i wykazuje w rektascensji powolny ruch ku zachodowi.

Prócz 42 rojów meteorów, o których wspomniałem, stwierdziłem, że z 347 rojów wymienionych w wykazie Ary

Sternfelda znałem wtedy 76, a więc wszystkie najwybitniejsze, jak Perseidy, Leonidy, Geminidy i Kwadranty oraz szereg dość aktywnych rojów mniej wybitnych i na ogół znanych. Wynikało z tego, że znam 118 rojów spośród łącznej ich liczby. Pozostałych 229 nie znałem i zachodziła potrzeba potwierdzenia ich istnienia przez obserwacje. Zadanie kontynuuje się do dziś, jak sądzę, z dobrym skutkiem. W ciągu kolejnych 38 lat mego życia potwierdziłem obserwacjami istnienie dalszych 168 rojów. Nie udało mi się potwierdzić pozostałych 61 rojów bądź dlatego, że promieniują nie w każdym roku, bądź też dlatego, że były to zjawiska izolowane, które wystąpiły tylko raz, co czasem się zdarza. Również niekorzystne warunki pogodowe mogły być przyczyną niemożliwości ich potwierdzenia. Nie jest jednak wykluczone, że niektóre z nich uda się potwierdzić w najbliższym czasie.

Mam więc powód, aby dać wyraz mojej wdzięczności dla Ary Sternfelda — uczonego, a zarazem wspaniałego człowieka.

Eugeniusz Graczyk

OZMA 2003

W dniach od 31.07 do 3.08.2003 po raz siódmy już zgromadzili się uczestnicy Ogólnopolskiego Zlotu Miłośników Astronomii. Tym razem spotkanie odbyło się na Pojezierzu Łławskim, niedaleko Prabut, w malowniczo położonym Orkuszu, nad brzegiem jeziora. Impreza odbyła się pod hasłem „Bliżej Marsa” z racji przypadającej w tym roku, pod koniec sierpnia, kolejnej wielkiej opozycji Czerwonej Planety — Mars będzie najbliższej Ziemi od ponad 50 tys. lat! Organizatorami tej edycji OZMA była pani Danuta Gajda oraz Romuald Graul z PPSAE z Niedźwiad. Oficjalne otwarcie zlotu odbyło się w czwartek. Gości mi specjalnymi na tegorocznym spotkaniu byli: prof. dr hab. Andrzej Woszczyk z Centrum Astronomii UMK oraz pani doc. dr hab. Romana Ratkiewicz z Centrum Badań Kosmicznych PAN. W piątek prof. Woszczyk wygłosił w świetlicy ośrodka interesujący wstęp związanego z problematyką badań Marsa oraz zaprezentował slajdy ze zdjęciami Czerwonej Planety. Pamiątką z piątkowego popołudnia na zlotie została tradycyjna wspólna fotografia uczestników. Od pierwszego dnia w świetlicy była czynna wystawa fotografii związanej z tematyką astronomiczną, na której pretendenci do nagrody Grand

Oz w kategorii astrofotograficznej prezentowali zdjęcia. Drugi dzień zlotu minął pod znakiem rozmów towarzyskich oraz pojawiania się kolejnych (czasami nieoczekiwanych) uczestników. Korzystając ze wspaniałej pogody, część miłośników korzystała z uroków kąpieli w pobliskim jeziorze (bardzo ciepła woda!). Dla chętnych Romek Graul wraz ze swoimi astronomami z Milky Way zorganizował na pomoście kapieliska krótki pokaz zachodzącego nisko nad drzewami Księżyca przez przenośny teodolit. Wieczorem w świetlicy prezentowano zdjęcia Marsa oraz utworów na jego powierzchni, wykonane m.in. przez sondę Mars Global Surveyor. Kolega Buraczewski uraczył nas serią slajdów, nie tylko o tematyce astronomicznej, z zeszłorocznej OZMA oraz z tegorocznego zaćmienia słońca widocznego w Polsce. Przez całe popołudnie można było także nabyć numery archiwalne oraz bieżące wydawnictwa Vademecum na stoliku pana Mirka Brzozowskiego. Piękna pogoda nastrajała optymistycznie na wieczorno-nocne obserwacje, niestety około północy nadciągnęła okropna mgła, która spowodowała ograniczenie widoczności do kilkudziesięciu metrów i w efekcie tylko przez kilka minut oglądaliśmy ledwo widoczną tarczę Marsa. Pozostała nam zabawa przy ognisku, która przeciągnęła się do późnych godzin nocnych. Sobotni poranek przywitał nas słoneczną pogodą. Już przed południem organizatorzy zapraszali na kolejne odczyty. Pierwszy zaprezentowała pani Romana Ratkiewicz, a dotyczył on zagadnień związanych z naszą gwiazdą dzienną, a konkretniej — wiatru słonecznego. Kolejnym prelegentem był Wojtek Burzyński z Białostockiego oddziału PTMA. Jego wykład dotyczył działalności Sekcji Obserwatorów Pozycji i Zakryć oraz metodyki rejestracji wszelkiego rodzaju zjawisk zakryciowych występujących na sferze niebieskiej, począwszy od zakryć gwiazd przez

Księżyc, poprzez zakrycia brzegowe, a skończywszy na zakryciach planetoidalnych. Po przerwie obiadowej Romek Graul przedstawił problematykę związaną z działalnością miłośniczych klubów astronomicznych. Mieliśmy także okazję wysłuchać interesującej prelekcji na temat radioastronomii amatorskiej, wygłoszonej przez kolegę Stolarskiego. Jak gdyby było mało atrakcji, po południu rozpoczął się konkurs wiedzy astronomicznej, który po wyrównanym pojedynku i dramatycznym wręcz finale wygrał Wojtek Burzyński. Po ogłoszeniu wyników konkursu rozdano nagrody oraz wręczono tradycyjne Grand Ozy w kategorii fotografii dla Marka Nikodema z PPSAE, a w kategorii sprzętu astrofotograficznego dla Piotra Gawędy. Gratulacje! Nieustety, po południu pogoda zepsuła się kompletnie, stawiając pod znakiem zapytania planowane na wieczór ognisko, nie wspominając o nocnych obserwacjach. Późnym wieczorem wszakże deszcz przestał padać, umożliwiając miłe spędzenie wolnego czasu w dobowym towarzystwie przy ognisku. Zabawa tak jak poprzedniego wieczoru trwała do późnych godzin. W nocy już dotarł do nas także Janusz Płeszka z firmy Astrokrak, który już w niedzielny poranek prezentował akcesoria niezbędne miłośnikom astronomii. Istniała oczywiście możliwość zakupu tychże po cenach specjalnych. Niedzielne przedpołudnie minęło na powolnym pakowaniu się uczestników zlotu oraz ich rozwożeniu przez zmotoryzowaną część na stację PKP w Prabutach. Oficjalne przemówienie zakończyło zlot. Wielkie podziękowania dla organizatorów za spotkanie i za stworzenie milej i rodzinnej wręcz atmosfery na zlotie. Oczywiście, bez tak licznie zgromadzonych uczestników nie byłoby to możliwe. Do zobaczenia w przyszłym roku, prawdopodobnie w od 12 do 15 sierpnia w Niedźwiadach!

Anna i Michał Witkowscy



OZMA 2003

Co nowego w świecie rojów meteorów?

Wstęp

Od 1988 r. istnieje międzynarodowa organizacja o nazwie *International Meteor Organization (IMO)*, której głównym zadaniem jest koordynacja wszelkiego rodzaju obserwacji meteorów na całym świecie. *IMO* co roku publikuje kalendarz astronomiczny zawierający aktualną listę i parametry różnych rojów meteorów. Nie jest łatwo trafić na ową listę, bowiem, żeby *IMO* uznało rój za prawdziwy, musi mieć on pewne potwierdzenie w przy najmniej trzech z pięciu rodzajów obserwacji meteorów (wizualne, teleskopowe, wideo, radiowe, fotograficzne) lub też wyznaczoną orbitę na podstawie kilku meteorów zarejestrowanych podczas obserwacji bazowych.

Tymczasem miłośnicy astronomii dość licznie donoszą o odkryciu nowych rojów meteorów. Przeważnie są to jednak doniesienia oparte na pojedynczych obserwacjach, nie potwierdzone potem przez innych badaczy. Nie należy się więc dziwić *IMO*, że takie roje nie trafiają na ich listę. Niemniej jednak w ciągu ostatnich pięciu lat pojawiło się kilka ciekawych doniesień opartych na dość szerokim materiale obserwacyjnym. Te nowe potencjalne roje nie są co prawda jeszcze oficjalnie uznane przez *IMO*, ale chyba przynajmniej część z nich zasługuje na szersze zainteresowanie. Trudno bowiem znaleźć o nich jakąś informację w ogólnodostępnej literaturze, a bez niej trudno zachętać obserwatorów do śledzenia ich potencjalnej aktywności.

Celem tego artykułu jest przybliżenie kilku doniesień o nowych rojach meteorów i zachęcenie czytelników „Uranii” do ich obserwacji. Może właśnie dzięki tym obserwacjom zostanie zebrany na tyle duży materiał, że pozwoli na jednoznaczne potwierdzenie lub zanegowanie istnienia któregoś z tych domniemanych rojów.

ζ -Bootydy

W nocy z 5 na 6 lutego 1997 r. amerykański miłośnik astronomii George W. Gilba przez 2,5 godz. zaobserwował 14 meteorów o średniej prędkości, wylatujących z okolic gwiazdy z Wolarza. Gilba sugerował, że radiant tych zjawisk leży w miejscu o współrzędnych równikowych: $\alpha = 220^\circ$, $\delta = +15^\circ$. O swojej obserwacji doniósł w krótkiej notce, która ukazała się w „*Sky & Telescope*”.

Rój wzbudził zainteresowanie Jürgena Rendtela — prezydenta *IMO*, stąd wraz z Gilbą zdecydowali się podać analizę dostępne w archiwum *IMO* obserwacje wizualne i wideo z lat 1997 i 1999. Wyniki ich badań ukazały się w styczniowym numerze dwumiesięcznika *IMO* o nazwie *WGN*.

Opierając się głównie na dokładnych obserwacjach wideo, Rendtel i Gilba wyznaczyli nowe położenie radiantu na $\alpha = 233^\circ$, $\delta = +12^\circ$. Radiant wyglądał najładniej przy założeniu, że meteory z roju ζ -Bootydów wchodzą w ziemską atmosferę z prędkością od 50 do 70 km/s. Aktywność roju miała trwać od końca stycznia do połowy lutego.

Następnie rojem tym zainteresował się Marcin Gajos z polskiej *Pracowni Komet i Meteorów (PKiM)*. Wyniki swojej analizy zaprezentował na konferencji *IMO* w Słowenii, odbywającej się we wrześniu 2001 r. Na podstawie tras 923 meteorów naszkicowanych w okresie od 24 stycznia do 17 lutego w latach 1997-2001 przez obserwatorów *PKiM*, M. Gajos wyznaczył nowe parametry opisujące rój ζ -Bootydów. Według niego najbardziej prawdopodobne współrzędne radiantu roju to: $\alpha = 206^\circ, \delta = +28^\circ$ przy prędkości zjawiskowej 50 km/s.

Jak widać, rozrzuć współrzędnych radiantu podawanych przez różnych badaczy okazał się bardzo duży. Jest dość mocnym argumentem przemawiającym za nieistnieniem roju ζ -Bootydów. Z drugiej jednak strony zjawiska o podobnych własnościach widać zarówno w obserwacjach wizualnych, jak i wideo. Bez większej liczby danych bardzo trudno wydać jakiś jednoznaczny osąd.

Zimne noce na przełomie stycznia i lutego nie zachęcają do obserwacji, więc danych dotyczących potencjalnych ζ -Bootydów jest bardzo mało. Zachęcam więc do wykonywania wszelkiego rodzaju obserwacji w tym okresie, bo ich wartość naukowa na pewno będzie bardzo duża.

Lacertydy

W ciągu trzech nocy 1/2, 2/3 i 3/4 czerwca 2000 r. niżej podpisany wykonał 6,6 godz. obserwacji, odnotowując przy tym 71 meteorów. O dziwo, aż 22 zjawiska zdawały się wybiegać z obszaru na granicy gwiazdozbiorów Jaszczurki i Łabędzia. Dokładna analiza tych obserwacji ukazała się w sierpieniu numerze WGN z 2000 r. Wykonało z niej, że radiant roju ma współrzędne $\alpha = 333^\circ, \delta = +43^\circ$ i najlepiej prezentuje się dla prędkości 50 km/s. Maksymalne Zenitalne Liczby Godzinne* wyniosły 7-8. Była to więc aktywność dość spora jak na rój, o którego istnieniu nikt wcześniej nie donosił.

Dokładną analizę danych wizual-

nych zebranych w latach 1996-2000 przez obserwatorów *PKiM* przedstawił na konferencji *IMO* w Słowenii Aleksander Trofimowicz. Swoje wyniki oparł na 200 godz. obserwacji i 1051 naszkicowanych meteorach. Potwierdził istnienie roju Lacertydów o radiancie w miejscu o współrzędnych: $\alpha = 318^\circ, \delta = +45^\circ$.

Rój ten nie ma jednak żadnego potwierdzenia w obserwacjach innych niż wizualne. Dlatego też zachęcamy do wykonywania jak największej liczby obserwacji wizualnych, wideo, fotograficznych i teleskopowych na przełomie maja i czerwca każdego roku.

Lirydy czerwcowe

Rój ten zauważono po raz pierwszy w 1966 r. Najwyższą aktywność udało się odnotować w roku 1969, kiedy to ZHR sięgnęły poziomu 9, a na poziomie równym 6 utrzymywały się w dniach 13-17 czerwca.

W latach 80. XX w. rój nie wykazywał aktywności większej niż ZHR ≈ 2 , więc *IMO* wykreśliło go ze swojej listy. W roku 1996 kilku obserwatorów (w tym z Polski) zupełnie niezależnie od siebie doniosło o zauważalnej aktywności roju na poziomie ZHR = 3-4.

Zachęcony tymi pozytywnymi doniesieniami Mark R. Kidger przeanalizował aktywność Lirydów czerwcowych w latach 1984-1997, opierając się na danych *IMO*. Okazało się, że aktywność roju na poziomie ZHR ≈ 3 jest zauważalna w prawie każdym roku analizowanego okresu. Warto więc zwrócić uwagę na ten ciekawy rój, tym bardziej że ciepłe czerwcowe noce nie mają innych dużych rojów w swojej ofercie.

Bootydy czerwcowe

Bootydy czerwcowe dały bardzo wyraźną aktywność w latach 1916 i 1927, kiedy to obserwowano nawet kilkadziesiąt zjawisk na godzinę. Niektóre dane wskazują także, że wyraźną aktywność roju odnotowano także w roku 1921. Od 1927 r. Bootydy nie pokazywały jednak niczego ciekawego, więc *IMO*, konstrując swoją listę rojów, nie umieściło na niej Bootydów czerwcowych.

W nocy z 27 na 28 czerwca 1998 r. obserwatorzy z Bułgarii, Niemiec,

Polski i Włoch donieśli, że Bootydy obudziły się z kilkudziesięcioletniego snu. W maksymum, które wystąpiło pomiędzy długością ekleptyczną $\lambda_\odot = 95,7^\circ$ a $\lambda_\odot = 96,0^\circ$ ZHR sięgnęły poziomu 100. Wydarzenie było tym bardziej spektakularne, że Bootydy czerwcowe to zjawiska bardzo wolne, wchodzące w ziemską atmosferę z prędkością 14 km/s. Radiant wyznaczony z obserwacji w roku 1998 miał współrzędne: $\alpha = 230^\circ, \delta = +47^\circ$.

W latach 1916, 1921 i 1927 można było się spodziewać wybuchu roju, bowiem twórczyni Bootydów, komety 7P/Pons-Winnecke, znajdowała się blisko perihelium. W roku 1998 wybuch był o tyle niespodziewany, że kometa znajdowała się blisko aphelium swojej orbity (przez perihelium przeszła w styczniu 1996 r.).

W latach 1999-2003 Bootydy czerwcowe znów się uspokoili. Zauważalną aktywność na poziomie ZHR = 2 udało się odnotować tylko w roku 2000. Najnowsze modele opisujące ruch cząstek w roju zdają się sugerować, że wybuch z roku 1998 był spowodowany przez materiał wyrzucony z komety w latach 1819, 1825 i 1869, który wszedł w rezonans z orbitą Jowisza. Kolejne spotkanie z tą rezonansową wstęgą pyłu jest przewidywane na godzinę 1 UT dnia 27 czerwca 2004 r. Być może już za niecały rok będziemy mogli kolejny raz podziwiać wybuch Bootydów czerwcowych.

Zachęcać do obserwacji nikogo chyba nie trzeba.

α -Cygnidy

α -Cygnidy zostały zauważone przez W. Denninga na początku XX w. Po nim mało kto zwracał uwagę na ten rój. Dopiero w latach 50. Rosjanie sfotografowali jedno jego zjawisko w dwóch stacjach bazowych, co pozwoliło na wyznaczenie radiantu roju na: $\alpha = 304,5^\circ, \delta = +48,7^\circ$ i prędkości geocentrycznej na: $V_\infty = 41,0$ km/s.

Pierwsze oszacowania aktywności roju zostały uzyskane przez Petera Jenniskensa z Dutch Meteor Society. Opierając się na 11-letniej bazie obserwacyjnej, Jenniskens stwierdził, że α -Cygnidy mają maksimum swojej aktywności 18 lipca z ZHR = $2,5 \pm 0,8$. Według niego rój miał być aktywny od 7 do 29 lipca.

* Zenitalna Liczba Godzinna ZHR to liczba meteorów, jaką obserwowałby jeden obserwator w momencie, gdy radiant roju jest w zenicie, a najsłabsze gwiazdy widoczne gołym okiem mają jasność 6,5 mag.

W latach 1998-2002 kilka artykułów na temat α -Cygnidów opublikowali obserwatorzy PKiM. Najnowsze z nich opierają się na materiale wizualnym obejmującym 2000 godz. obserwacji i 11 tys. odnotowanych meteorów i materiał teleskopowy z kilkoma tysiącami naszkicowanych meteorów. Wynika z nich, że rój jest aktywny w dniach 30 czerwca-31 lipca z wyraźnym maksimum występującym w okolicach 16-17 lipca ($\lambda_0 = 114,8^\circ \pm 0,5^\circ$), kiedy to ZHRy sięgają poziomu $2,4 \pm 0,1$. Najnowszy wykres aktywności α -Cygnidów oparty na danych PKiM zaprezentowany jest na rysunku.

W 1999 r. Sirko Molau z IMO przedstawił referat, z którego jasno wynikało, że α -Cygnidy są wyraźnie widoczne w jego obserwacjach wideo.

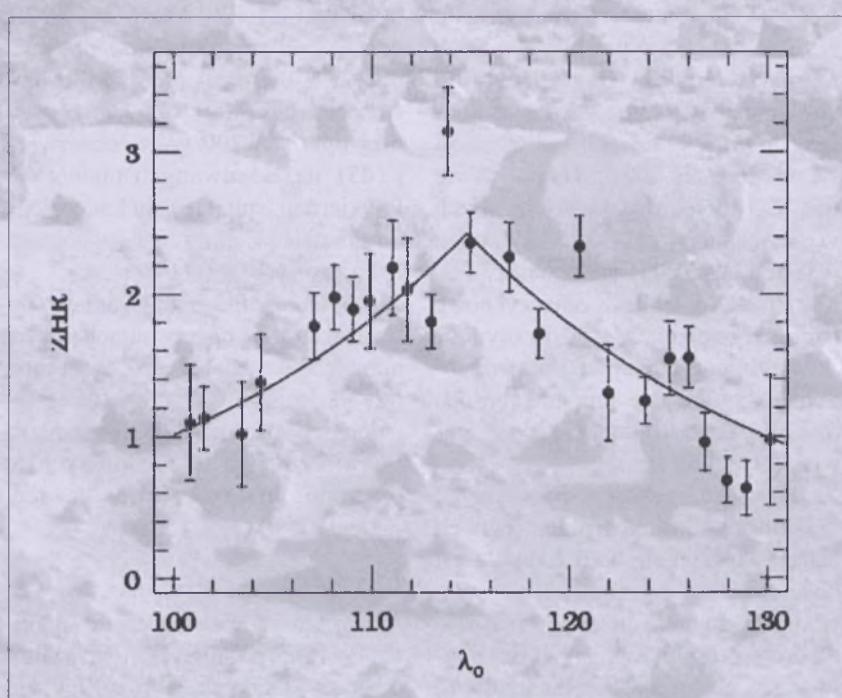
Podsumowując, α -Cygnidy mają już potwierdzenie w obserwacjach wizualnych, teleskopowych, wideo i fotograficznych. Wydaje się więc kwestią czasu wpisanie roju na listę IMO. Tymczasem można pokusić się o kolejne obserwacje, aby dokładniej wyznaczyć parametry roju.

Delphinidy

Rój Delphinidów odnotowali po raz pierwszy obserwatorzy ze Związku Radzieckiego w połowie XX w. W latach 80. figurował on często w rosyjskich kalendarzach astronomicznych, które podawały, że rój jest aktywny od 14 do 31 lipca, ma radiant o współrzędnych $\alpha = 310^\circ$, $\delta = +19^\circ$ i prędkość geocentryczną $V_\infty = 35$ km/s.

Na początku lat 90. rojem tym zainteresowali się Bułgarzy, którzy stwierdzili, że tak naprawdę radiant Delphinidów ma podwójną strukturę i jego aktywność sięga aż ZHR = 10.

Najbardziej obszerna analiza obserwacji Delphinidów została przeprowadzona przez Mariusza Wiśniewskiego oraz niżej podpisanego i zaprezentowaną na konferencji IMO w Rumunii w 2000 r. Opierała się na ponad 1000 godz. obserwacji wykonanych przez 40 obserwatorów Pracowni Komet i Meteorów w latach 1996-1999, podczas których odnotowano 6254 meteory sporadyczne i 593 potencjalne Delphiny. Na podstawie tak bogatego materiału stwierdzono, że Delphinidy są aktywne od 10 lipca do pierwszych dni sierpnia z maksimum występującym w okolicach 27 lipca. Maksymalne



ZHRy wynoszą $2,2 \pm 0,2$, a radiant roju w momencie maksimum ma współrzędne: $\alpha = 312^\circ$, $\delta = +12^\circ$.

Uwzględnienie dodatkowych obserwacji z lat 2000-2001 spowodowało małą zmianę współrzędnych radiantu na: $\alpha = 313,4^\circ \pm 0,6^\circ$, $\delta = +8,6^\circ \pm 2,7^\circ$.

Rój Delphinidów wydaje się być widoczny także w obserwacjach teleskopowych. Dotąd nie ma jednak wyraźnego potwierdzenia w obserwacjach fotograficznych i wideo, więc trudno jednoznacznie stwierdzić, czy istnieje naprawdę. Dodatkowe trudności w jego obserwacjach może stwarzać duże rozmiarami źródło meteorów sporadycznych (tzw. antyhelium), którego centrum w momencie maksimum aktywności Delphinidów ma współrzędne: $\alpha = 325^\circ$, $\delta = +14^\circ$.

Cassiopeidy

Pewne wskazówki dotyczące roju z radiantem w gwiazobiorze Kasjopei, aktywnego na przełomie lipca i sierpnia, pojawiły się już w XIX w. Wiedzę o nich usystematyzował w roku 2000 Audrius Dubietis, publikując obszerny artykuł na łamach WGN. Do analizy wykorzystał swoje obserwacje z okresu 21 lipca — 17 sierpnia z lat 1990-1996. Odnotował pojawienie się 5631 meteorów, z czego aż 497 zostało uznane za Cassiopeidy.

Srednie położenie radiantu na datę 28 lipca to $\alpha = 14^\circ$, $\delta = +62^\circ$. Według

Dubietisa maksimum aktywności roju występuje w okolicach 29 lipca z ZHRami sięgającymi poziomu 10. Rój jest aktywny od 16 lipca do 17 sierpnia.

Trudno stwierdzić jednoznacznie, czy rój Cassiopeidów jest prawdziwy. Dubietis opierał się bowiem tylko na swoich obserwacjach, uzyskał zaskakująco dużą aktywność roju (dziwne jest przecież, że nikt nie zauważał przez tyle lat roju o ZHR = 10 aktywnego w czasie, gdy wiele osób śledzi niebo pod kątem Perseidów). Dodatkową trudność w weryfikacji istnienia roju stwarza bliskość jego radiantu i radiantu Perseidów. Dlatego też zaczęliśmy wszystkich do wykonywania bardzo dokładnych obserwacji ze szkicowaniem na przełomie lipca i sierpnia. Zebranie dużej liczby danych pozwoli być może na rzetelne oszacowanie aktywności domniemanych Cassiopeidów.

β-Ursa Minorydy

Rój został zauważony przez obserwatora PKiM Macieja Kwintę z Krakowa. Opierając się na swoich obserwacjach z lat 1997-1998, stwierdził, że w pierwszej połowie sierpnia widać wyraźną aktywność wolnych meteorów wylatujących z okolic gwiazdy o nazwie Kochab (β UMi). Maksimum aktywności roju z ZHRami na poziomie 5 miało występować w okolicach 8 sierpnia.

Najszerzą analizę roju, opierającą się na danych *PKiM* z lat 1996-2001, zaprezentował na zeszłorocznej konferencji we Fromborku Kamil Złotczewski. Wynika z niej, że aktywność β -Ursa Minorydów trwa od 5 do 11 sierpnia z maksimum występującym w okolicach 9 sierpnia. Radiant roju ma wtedy współrzędne: $\alpha = 202^\circ$, $\delta = +65^\circ$. Prędkość geocentryczna zjawisk z tego roju wynosi $V_\infty = 13 \text{ km/s}$.

Złotczewski przeanalizował niedawno dane video zebrane przez *IMO* w ostatnich pięciu latach. Okazało się, że radiant β -Ursa Minorydów jest w nich wyraźnie widoczny i to prawie w tym samym miejscu, na które wskazywały obserwacje wizualne.

Dokładne obserwacje β -Ursa Minorydów są bardzo trudne, bo maksimum aktywności tego roju pokrywa się z maksimum Perseidów. W tym czasie znaczna większość obserwatorów przestaje szkicować meteory na mapach i skupia się na obserwacjach zliczeniowych. Sugerujemy więc, żeby rezygnować ze szkicowania tylko w nocy, kiedy Perseydy osiągają swoją najwyższą aktywność (12-13 sierpnia), a w pozostałe noce pracowicie nanosić zjawiska na mapy. Ze względu na bardzo małą prędkość β -Ursa Minorydów są one doskonałym materiałem do uwiecznienia ich na zdjęciach, dlatego zachęcamy też do obserwacji fotograficznych.

a-Triangulidy

Pierwszy zaobserwował meteory z tego roju Gary W. Kronk z USA. Dostrzegł 11 zjawisk wybiegających z radiantu położonego między Baranem i Trójkątem. Wszystko działało się w ciągu 75 min obserwacji wykonanych 12 września 1993 r. Kolejny obserwator — George W. Gliba w ciągu 2 godz. zanotował pojawienie się 35 meteorów. Jego zdaniem radiant wszystkich zjawisk znajdował się w okolicy gwiazdy γ Barana. Inni obserwatorzy, m.in. z Europy, również potwierdzili wybuch nowego roju, którego radiant miał leżeć w miejscu o współrzędnych: $\alpha = 30^\circ$, $\delta = +29^\circ$.

Jak się okazało później, α -Triangulidy dawały o sobie znać także w przeszłości. Dane obserwacyjne dla tego roju pochodzą z lat 1934, 1950, 1951, 1962, 1965 oraz 1967. Z własności 72 meteorów ustalono, że α -Trangulidy

poruszają się po orbicie typu Apollo (Apollo to główny przedstawiciel grupy planetoid poruszających się po orbicie o peryhelium wewnątrz orbity Wenus).

W 1994 r. przeprowadzono obserwacje teleskopowe tego roju. Ich wyniki zostały zaprezentowane przez szefa komisji obserwacji teleskopowych *IMO* Malcolma J. Currie w WGN. Obserwacje wykonywane były w 9 polach odległych od radiantu α -Triangulidów o 15° - 50° . Currie otrzymał ponad 17 godz. obserwacji w okresie 8-17 września 1994 r. Zarejestrowano 31 meteorów należących do Triangulidów. Dane te pozwoliły wyciągnąć kilka ważnych wniosków. Przed wszystkim wyznaczono ruch radiantu, który wynosi $\Delta\alpha = +1,5^\circ \pm 0,2^\circ$ i $\Delta\delta = +0,4^\circ \pm 0,2^\circ$. Pozycje radiantu w poszczególnych dniach aktywności wynoszą więc: 8/9 IX $\alpha = 25^\circ$ $\delta = +27^\circ$, 9/10 IX $\alpha = 26^\circ$ $\delta = +28^\circ$, 10/11 IX $\alpha = 27^\circ$ $\delta = +28^\circ$, 12/13 IX $\alpha = 30^\circ$ $\delta = +29^\circ$. Prędkość geocentryczną ustalono na około 30 km/s.

Dane *PKiM* przeanalizowane przez Mariusza Wiśniewskiego pokazały wyraźnie, że rój ten jest widoczny także w obserwacjach wizualnych. Aby jednoznacznie potwierdzić jego istnienie, potrzebujemy jednak dużo więcej obserwacji przeprowadzonych za pomocą każdej z technik.

Tauridy wrześniowe

We wrześniowym numerze „*Sky & Telescope*” z 2002 r. S. O’Meara ogłosił, że odkrył nowy rój. W okolicach 14 i 15 września 2001 r. obserwował bowiem wzmożoną aktywność meteorów z radiantu położonego w gwiazdozbiorze Byka, mniej więcej w połowie drogi między Plejadami i Hiadami. Meteory były znacznie szybsze od Taurydów listopadowych, ale trochę wolniejsze od Leonidów.

Rok później Bułgarzy potwierdzili obserwacje O’Meara. Dysponowali jednak bardzo małą próbką opartą na obserwacjach tylko dwóch obserwatorów i 35 zarejestrowanych zjawiskach.

Przeprowadziłem analizę ponad 400 godzin obserwacji z lat 1996-2000 uzyskanych przez 25 obserwatorów *PKiM*. Jej wyniki ukazały się w czerwcowym numerze WGN z bieżącego roku. Wynika z niej, że obserwacje

wizualne PKiM nie wskazują na jakikolwiek ślad istnienia Taurydów wrześniowych. Najprawdopodobniej O’Meara i Bułgarzy za nowy rój wzięli aktywność źródła meteorów sporadycznych związanych z apeksem. Aby jednak jednoznacznie stwierdzić, czy Tauridy wrześniowe istnieją czy nie, potrzebujemy jak najwięcej danych obserwacyjnych z okolic połowy września.

Leo Minorydy

Rój zostałauważony na przełomie lat 80. i 90. XX w. przez obserwatorów *Dutch Meteor Society (DMS)*. Według ich obserwacji Leo Minorydy są aktywne od 18 do 26 października z maksimum występującym 22 października ($\lambda_\odot = 209^\circ$) z ZHR = $1,9 \pm 0,7$. Radiant roju ma współrzędne: 162° , $+37^\circ$, a prędkość geocentryczna zjawisk wynosi 61 km/s.

Maksimum aktywności Leo Minorydów idealnie pokrywa się z wysokim maksimum Orionidów, co może być przyczyną niedostrzegania tego słabego roju. Ostatnio zyskał on jednak solidne potwierdzenie w postaci bazowych obserwacji fotograficznych. *DMS* zarejestrowała w taki sposób trzy potencjalne zjawiska, których wspólny radiant miał współrzędne: 160° , $+37^\circ$, a prędkość geocentryczna wynosiła 62 km/s.

Wszelkie obserwacje Leo Minorydów są więc mile widziane, tym bardziej że nie do końca znamy dokładny moment maksimum i mało wiemy o okresie aktywności roju.

l-Aurigidy

Podczas obserwacji wideo Leonidów z 1998 r. Detlef Koschny i Joe Zender zaobserwowali wyraźną aktywność nowego roju. Jego radiant miał współrzędne $\alpha = 77^\circ$, $\delta = +35^\circ$.

Dane wizualne z lat 1998-2001 oparte na obserwacjach z Chin przeanalizowały Huan Meng i opublikowała je w dwóch artykułach w WGN z 2002 r. Potwierdził położenie radiantu uzyskane przez Koschny’ego i Zendera, a ponadto wyznaczył okres aktywności roju na 11-22 listopada. Według niego maksimum aktywności z ZHR = $14,4 \pm 5,4$ miało występować 16 listopada. Prędkość geocentryczna zjawisk z roju l-Aurigidów miała wynosić 46 km/s.

Marc de Ligne, szef sekcji fotograficznej DMS, przeanalizował dane video zebrane przez DMS i nie znalazł żadnego śladu ι -Aurigidów. Dysponował przy tym bardzo dużą próbką danych, bo okres aktywności ι -Aurigidów pokrywa się przecież z maksimum intensywnie obserwowanego roju Leonidów.

Trudno jednoznacznie ocenić sytuację. Z jednej strony rój wyraźnie wychodzi w obserwacjach video, a obserwacje wizualne dają duży ZHR na poziomie 14. Z drugiej strony roju w ogóle nie widać w obserwacjach fotograficznych. Nie pozostaje mi nic innego, jak zachęcić do wykonywania jak największej liczby obserwacji.

Aurigidy grudniowe

W kwietniowym WGN z 1998 r. Aleksandra Terentjewa z Rosji doniosła o wybuczu aktywności nowego roju. Podczas obserwacji Geminidów, w nocy z 12 na 13 grudnia 1996 grupa kilkunastu miłośników astronomii z klubu *Gwiazda Polarna* z Krasnoturinska (Ural) zaobserwowała bardzo wyraźną aktywność roju z radiantem o współrzędnych $\alpha = 77,8^\circ$, $\delta = +43,0^\circ$. Terentjewa nazwała ten rój α -Aurigidami, lecz ta nazwa jest już zarezerwowana przez IMO dla dobrze znanego roju aktywnego na przełomie sierpnia i września. Dlatego proponujemy, by nazywać nowo odkryty rój Aurigidami grudniowymi.

Zadziwiające w doniesieniu Terentjewej jest to, że maksimum roju, które wystąpiło pomiędzy godzinami 21 a 22 UT dnia 12 grudnia, miało aktywność aż

ZHR = 110. W tych godzinach niebo powinno przeczesywać wielu obserwatorów w Europie i Azji, a żaden z nich nie donosił o niczym niezwykłym. Przykładowo w Polsce o tej porze radiant Aurigidów grudniowych ma wysokość prawie 70° nad horyzontem! Przez pewien czas myślałem nawet, że Terentjewa wspólnie z redakcją

WGN zrobiła wszystkim żart primaaprilisowy. Żadnych sprostowań ani w tym, ani w następnym numerze WGN nie było, więc doniesienie należy traktować poważnie.

Rój nie powtórzył, jak dotychczas, swoich dokonań z 1996 r., lecz kto wie, co może wydarzyć się w latach następnych. Polecamy więc uwadze!

Podsumowanie

Omówiony powyżej zestaw 13 rojów nie jest oczywiście całym zestawem nowych odkryć zaprezentowanych w literaturze dotyczącej meteorów. Starałem się wybrać te doniesienia, które opierały się na dobrej jakości obserwacjach i mają choćby nikłą szansę pokazania swojej aktywności w przyszłości.

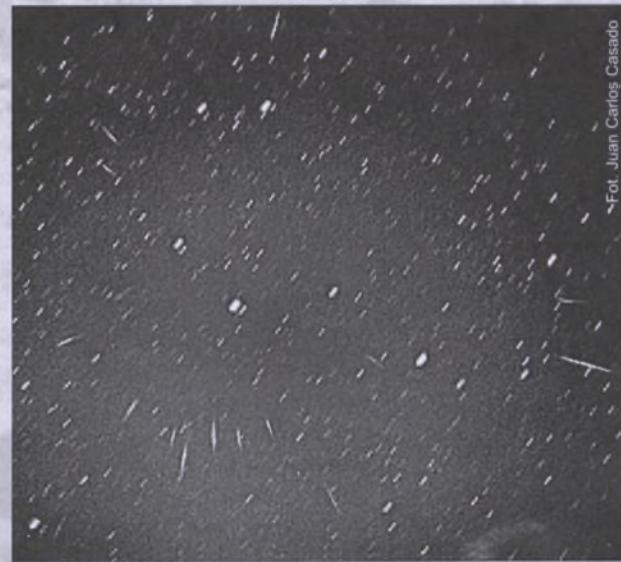
Jak widać, aż pięć rojów pojawia się w bliskich okolicach maksimum jakiegoś innego dużego roju. Nie powinno nas to dziwić. Duży rój przyciąga uwa-

gę wszystkich obserwatorów, toteż mniej chętnie obserwują pozostałe rejony nieba. Łatwiej więc przegapić coś ciekawego.

Aby ułatwić poruszanie się pośród nowych potencjalnych rojów meteorów, ich właściwości zostały zebrane w poniższej tabeli.

Jeszcze raz zachęcam wszystkich do podjęcia obserwacji tych mało zbadanych rojów. Jeśli chcielibyście dowiedzieć się, jak wykonywać wartościowe obserwacje meteorów, zachęcam do kontaktu z *Pracownią Komet i Meteorów* pod adresem: Obserwatorium Astronomiczne Uniwersytetu Warszawskiego Al. Ujazdowskie 4, 00-478 Warszawa, koniecznie z dopiskiem PKiM. Zachęcam też do obejrzenia strony internetowej tej organizacji pod adresem: <http://www.pkim.org>

Arkadiusz Olech



Fot. Juan Carlos Casado

Rój	Okres aktywności	Maks.	Współ. rad.	V_r	ZHR_{max}
ξ -Bootydy	20.01 – 15.02	06.02?	233° +12°	50-70	?
Lacertydy	25.05 – 06.06	01.06?	333° +43°	35-50	7?
Lirydy VI	11.06 – 21.06	16.06	278° +35°	31	0 - 5
Bootydy VI	25.06 – 0207	27.06	224° +48°	14	zmien.
α -Cygnidy	30.06 – 31.07	16.07	304° +45°	41	3
Delphinidy	10.07 – 10.08	27.07?	313° +09°	35 ?	2
Cassiopeidy	16.07 – 17.08	29.07	014° +42°	?	10?
β -Ursa Minorydy	05.08 – 11.08	09.08	202° +65°	13	5?
α -Triangulidy	05.09 – 16.09	12.09?	030° +29°	30	?
Tauridy wrześniowe	okolice 15.09	15.09	061° +21°	45-60	?
Leo Minorydy	1810 – 26.10	22.10	160° +37°	62	2
ι -Aurigidy	11.11 – 22.11	16.11	077° +35°	46	14
Aurigidy grudniowe	grudzień	12.12	079° +43°	23	?

Listopad

Słońce

Dni są coraz krótsze, co widać po momentach wschodu i zachodu Słońca w Warszawie. Dnia 1 listopada Słońce wschodzi o 5^h30^m, zachodzi o 15^h08^m, a 30 listopada wschodzi o 6^h20^m, zachodzi o 14^h28^m.

W nocy z 8 na 9 listopada nastąpi całkowite zaćmienie Księżyca widoczne w Polsce, a 23 listopada całkowite zaćmienie Słońca w Polsce niewidoczne.

Dane dla obserwatorów Słońca (na 0^h UT)

Data 2003	P [°]	B ₀ [°]	L ₀ [°]
XI 1	24,58	4,42	248,51
3	24,24	4,22	222,13
5	23,86	4,01	195,76
7	23,46	3,80	169,39
9	23,02	3,58	143,02
11	22,56	3,36	116,65
13	22,06	3,13	90,28
15	21,53	2,90	63,92
17	20,97	2,66	37,55
19	20,39	2,42	11,19
21	19,77	2,18	344,82
23	19,12	1,94	318,46
25	18,45	1,69	292,10
27	17,75	1,44	265,74
XI 29	17,02	1,19	239,38
XII 1	16,27	0,94	213,02

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

B₀, L₀ – heliograficzna szerokość i długość środka tarczy;

19^d20^h23^m – heliograficzna długość środka tarczy wynosi 0°

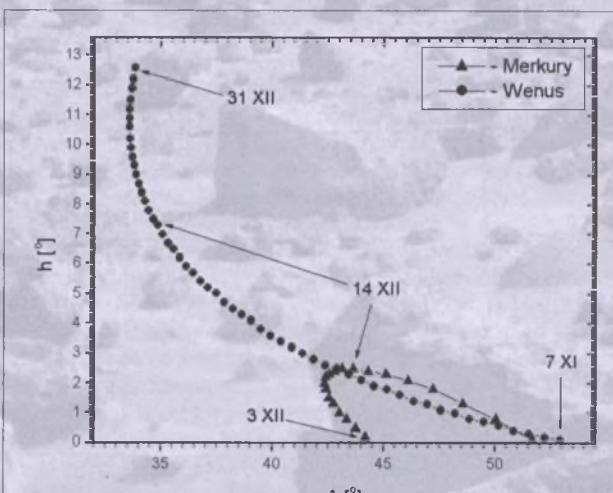
Książyc

Bezksiążycowe noce będziemy mieli w drugiej połowie miesiąca, bowiem kolejność faz Księżyca jest w tym miesiącu następująca: pierwsza kwadra 1⁰⁴h25^m, pełnia 9^d01^h14^m, ostatnia kwadra 17^d04^h15^m, nów 23^d22^h59^m i ponownie pierwsza kwadra 30^d17^h16^m. W apogeum Księżyca znajdzie się 10 listopada o 12^h07^m, a w perigeum 23 listopada o 23^h18^m.

Planety i planetoidy

Merkury znajduje się na niebie w pobliżu Słońca i jest niewidoczny.

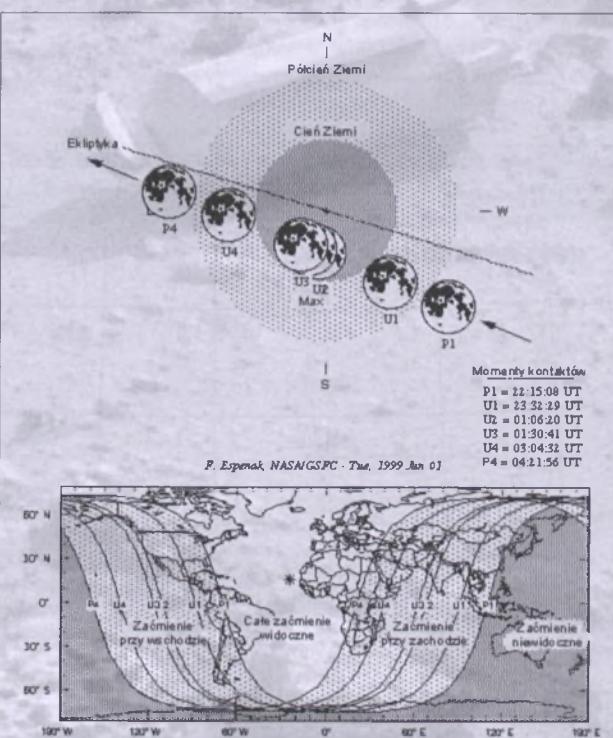
W połowie miesiąca wieczorem staje się możliwa obserwacja Wenus jako „Gwiazdy Wieczornej” o jasności -4^m. W ciągu miesiąca wysokość planety nad południowo-zachodnim horyzontem rośnie bardzo powoli, osiągając pod koniec listopada zaledwie 4° (pod koniec zmierzchu cywilnego, tzn. ok. godzinę po zachodzie Słońca). W tym czasie planeta na niebie powoli oddala się od Słońca, zmniejszając swoją fazę przy rosnącej średnicy. Pod koniec listopada przez teleskop można obserwować tarczę Wenus o średnicy 12" i fazie zbliżonej do pełni, jednak ob-



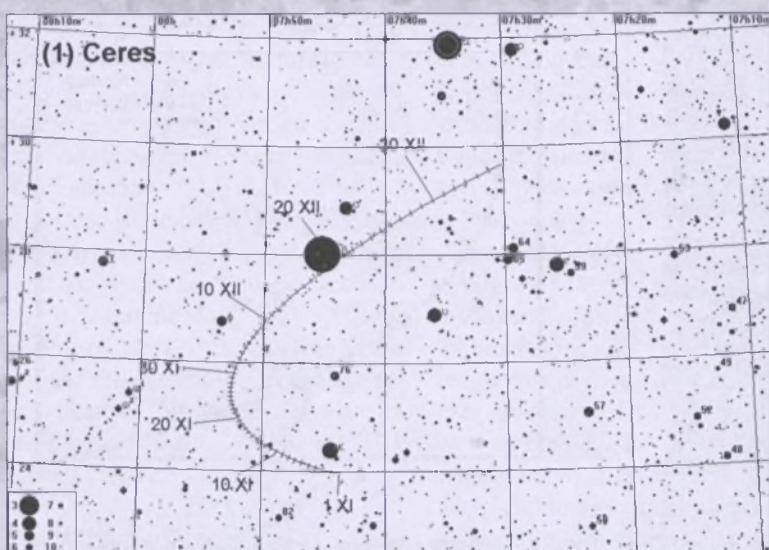
Rys. 1. Merkury i Wenus nad zachodnim horyzontem (w Warszawie) pod koniec zmierzchu cywilnego w listopadzie i grudniu 2003 (około godzinę po zachodzie Słońca)

serwacje utrudniać będzie bardzo niskie położenie planety nad horyzontem.

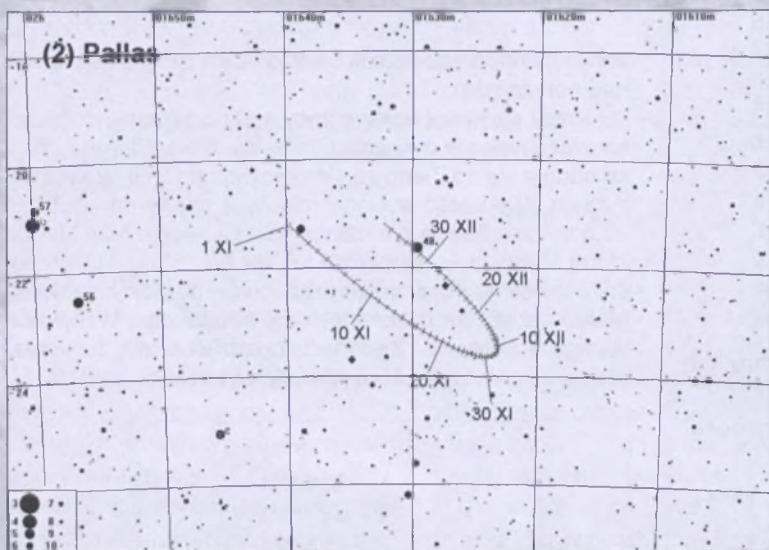
Przez pierwszą połowę nocy można obserwować Marsa świecącego w gwiazdozbiorze Wodnika. Planeta szybko oddala się od Ziemi po sierpniowej opozycji, w związku z czym jej jasność w ciągu miesiąca spada od -1,2^m do -0,5^m. Przez teleskop możemy obserwować tarczę Marsa, której średnica w listopadzie maleje od 15" do 11", co nadal pozwoli na obserwację szczegółów powierzchniowych Marsa przez niewielkie teleskopy amatorskie. Wzajemna konfiguracja Marsa i Ziemi w listopadzie sprawi, że wyraźnie będzie widoczna faza planety, wynosząca aż 87%.



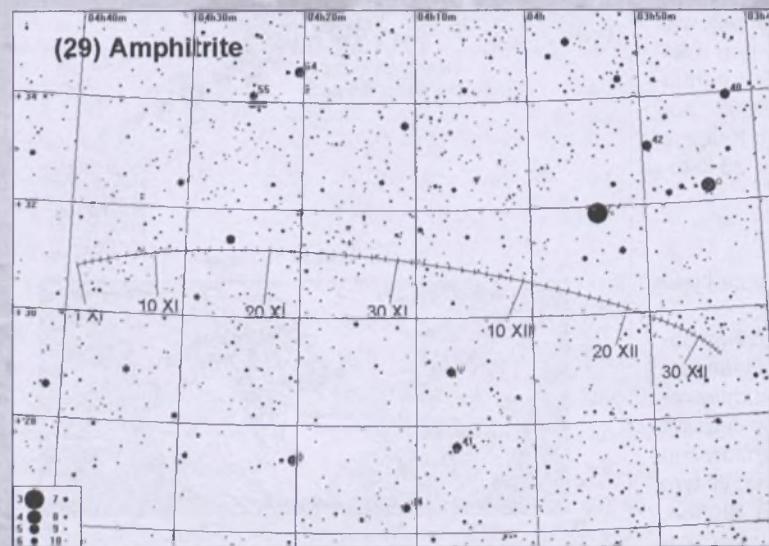
Rys. 2. Przebieg całkowitego zaćmienia Księżyca na Ziemi 8/9 listopada 2003 [wg F.Espenak – NASA/GSFC]



Rys. 3. Trasa planetoidy (1) Ceres na tle gwiazd gwiazdozbioru Bliźniąt w listopadzie i grudniu 2003 (zaznaczone gwiazdy do 10^m)



Rys. 4. Trasa planetoidy (2) Pallas na tle gwiazd gwiazdozbioru Wieloryba w li-stopadzie i grudniu 2003 (zaznaczone gwiazdy do 10^m)



Rys. 5. Trasa planetoidy (29) Amphitrite na tle gwiazd gwiazdozbioru Perseusza w listopadzie i grudniu 2003 (zaznaczone gwiazdy do 10^m)

W drugiej połowie nocy możemy obserwować Jowisza świecącego w gwiazdozbiorze Lwa z jasnością $-2,0^m$. Przez teleskop można obserwować zjawiska w układzie księżyć galileuszowych planety.

Także w drugiej połowie nocy, w gwiazdozbiorze Bliźniat, widoczny jest Saturn świecący z jasnością $-0,2^m$. Duża wysokość planety nad horyzontem ułatwia teleskopowe obserwacje struktur w jej atmosferze oraz układu pierścieni, w szczególności „Przerwy Cassiego” (do jej zobaczenia wystarczający jest teleskop o średnicy 10 cm przy powiększeniu 100').

Wieczorem, ok. 25° nad południowym horyzontem w gwiazdozbiorze Wodnika, można obserwować Urana, a w gwiazdozbiorze Koziorozca Neptuna jako „gwiazdy” o jasnościach odpowiednio $5,8^m$ i $7,9^m$.

Pluton znajduje się na niebie zbyt blisko Słońca i jest niewidoczny.

W listopadzie w pobliżu opozycji znajdują się jasne planetoidy:

(1) **Ceres**, (jasność $7,8^m$). 7 XI: $7^h47,3^m$, $+24^\circ13'$; 17 XI: $7^h51,3^m$, $+24^\circ47'$; 27 XI: $7^h52,6^m$, $+25^\circ33'$.

(2) **Pallas**, (jasność $8,4^m$). 7 XI: $1^h35,4^m$, $-22^\circ08'$; 17 XI: $1^h29,1^m$, $-23^\circ11'$; 27 XI: $1^h24,9^m$, $-23^\circ38'$.

(29) **Amphitrite**, (jasność $8,8^m$). 7 XI: $4^h35,1^m$, $+31^\circ04'$; 17 XI: $4^h25,9^m$, $+31^\circ15'$; 27 XI: $4^h14,9^m$, $+31^\circ10'$.

W listopadzie pojawia się także wyjątkowa okazja zobaczenia słynnej komety krótkookresowej **2P/Encke**. Jest to wprawdzie kometa o najkrótszym znanym okresie obiegu wokół Słońca (jedynie 3,3 roku), jednak zwykle w okresie zbliżenia ginie ona w jego blasku, przez co jej obserwacja jest bardzo trudna. Tym razem wyjątkowo sprzyjająca konfiguracja kometa-Ziemia-Słońce sprawia, że obecne zbliżenie komety Enckego do Ziemi jest uważane za najkorzystniejsze od chwili odkrycia w 1768 r.! Pod koniec listopada wieczorem kometa powinna być bez problemu zauważalna przez lornetkę wysoko nad zachodnim horyzontem:

10 XI: $21^h54,9^m$, $+40^\circ06'$, $9,5^m$; 20 XI: $19^h52,5^m$, $+25^\circ11'$, $8,3^m$; 30 XI: $18^h28,5^m$, $+7^\circ29'$, $7,4^m$.

Meteory

Od 1 października do 25 listopada promieniują meteory z kompleksu Taurydów, związanego właśnie z kometą 2P/Encke: **Południowe Taurydy (STA)** i **Północne Taurydy (NTA)**. Radianty meteorów leżą w gwiazdozbiorze Byka i mają odpowiednio współrzędne: $\alpha = 3^\circ28^m$, $\delta = +13^\circ$ oraz $\alpha = 3^\circ52^m$, $\delta = +22^\circ$. Maksimum aktywności STA przypada 5 listopada, natomiast NTA 12 listopada. W okresie maksimum obserwacje będzie praktycznie uniemożliwił Księżyc w pobliżu

pełni, jednak możliwy jest „dodatkowy” wzrost aktywności na początku miesiąca (związany z bliskością macierzystej komety). Meteory z obu rojów są jasne i powolne, co czyni je łatwymi celami dla astrofotografii amatorskiej. Dodatkową zachętą do obserwacji tych meteorów są stosunkowo często pojawiające się jasne bolidy.

Od 14 do 21 listopada promienią meteory z roju **Leonidów** (LEO), związanego z kometą 55P/Tempel-Tuttle. Radiant meteorów leży w gwiazdozbiorze Lwa i ma współrzędne: $\alpha = 10^{\circ}08'$, $\delta = +22^{\circ}$. Maksimum aktywności przypada 18 listopada o 2:30 UT. Od kilku lat aktywność roju była podwyższona (aż do wystąpienia „deszczów”) w związku z powrotem macierzystej komety w 1998 r. Niestety, okres ten zakończył się i w roku bieżącym można spodziewać się „zwyczajnej” aktywności. Meteory „lubią” jednak sprawiać niespodzianki i zaleca się obserwacje nieba w okresie przewidywanego maksimum, gdy radiant będzie się znajdował w Polsce wysoko nad horyzontem. Niestety, w obserwacjach będzie wtedy przeszkadzał Księżyc tuż po ostatniej kwadrze.

Od 15 do 25 listopada promienią meteory z roju **Monocerotydów** (AMO). Radiant meteorów leży w gwiazdozbiorze Jednoróża i ma współrzędne: $\alpha = 7^{\circ}48'$, $\delta = +01^{\circ}$. Maksimum aktywności przypada 22 listopada o 2:45 UT. Jest to rój o małej aktywności, jednak często sprawia niespodzianki. W 1995 r. przez 5 min. 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 za dwa lata. Należy jednak także i w roku bieżącym patrolować niebo w okresie przewidywanego maksimum, zwłaszcza że w obserwacjach nie będzie przeszkadzał zbliżający się do nowiu Księżyc.

1^d06^h Złączenie Neptuna z Księżykiem w odł. 5°.

2^d Gwiazda zmienna długookresowa R LMi (miryda) ($9^{\circ}45.6'$, $+34^{\circ}31'$) osiąga maksimum jasności ($7,1^m$).

2^d03^h Maksymalna libracja Księżyca ($10,1^{\circ}$) w kierunku *Mare Humboldtianum* (oswietlone)

2^d15^h Złączenie Urana z Księżykiem w odł. 5°.

3^d Gwiazda zmienna długookresowa R Crv (miryda) ($12^{\circ}19,6'$, $-19^{\circ}15'$) osiąga maksimum jasności ($7,5^m$).

3^d09^h Złączenie Marsa z Księżykiem w odł. 3°.

3^d16^h19^m Gwiazda zmienna δ Cep (cefeida) osiąga maksimum jasności ($3,5^m$) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 1/2003].

3^d21^h55^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].

5^d Gwiazda zmienna długookresowa R Tri (miryda) ($2^{\circ}37,0'$, $+34^{\circ}16'$) osiąga maksimum jasności ($6,2^m$).

6^d18^h44^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].

7^d Gwiazda zmienna długookresowa RT Cyg (miryda) ($19^{\circ}43,6'$, $+48^{\circ}47'$) osiąga maksimum jasności ($7,3^m$) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 1/2002].

7^d Księżyca Saturna Tytan w maksymalnej elongacji wschodniej. 8/9^d Całkowite zaćmienie Księżyca. Zaćmienie widoczne w całej Europie, zachodniej Azji i Afryce, wschodniej części Ameryki Północnej i Południowej, na Grenlandii i całym Atlantyku; w pozostałej części Azji i Afryki oraz Oceanie Indyjskim przy zachodzie Księżyca, a także w pozostałej części Ameryki Północnej i Południowej oraz wschodnim Pacyfiku przy wschodzie Księżyca. Maksymalna faza zaćmienia wyniesie 1,022. Przebieg zaćmienia: wejście Księżyca w półcię: $22^{\circ}15'$ (8 XI), początek zaćmienia częściowego: $23^{\circ}32'$, początek zaćmienia całkowitego: $1^{\circ}06'$ (9 XI), maksimum zaćmienia: $1^{\circ}18'$, koniec zaćmienia całkowitego: $1^{\circ}31'$, koniec zaćmienia częściowego: $3^{\circ}04'$, wyjście Księżyca z półcię: $4^{\circ}22'$. W Polsce zaćmienie widoczne przy dużej wysokości Księżyca nad horyzontem.

8^d16^h Uran nieruchomy w rektascensji.

9^d Gwiazda zmienna długookresowa R Gem (miryda) ($7^{\circ}07,4'$, $+22^{\circ}42'$) osiąga maksimum jasności ($7,1^m$).

9^d01^h07^m Gwiazda zmienna δ Cep (cefeida) osiąga maksimum jasności ($3,5^m$) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 1/2003].

10^d23^h Odkrycie gwiazdy v Tau ($4,3^m$) przy ciemnym brzegu Księżyca po pełni, widoczne w całej Polsce (Zielona Góra $23^{\circ}55'$ — Olsztyn $0^{\circ}05'$).

13^d19^h Złączenie Saturna z Księżykiem w odł. 5°.

15^d Księżyca Saturna Tytan w maksymalnej elongacji zachodniej.

17^d08^h Maksymalna libracja Księżyca ($10,1^{\circ}$) w kierunku krateru Schickard (oswietlony).

17^d18^h51^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^d20^h49^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].

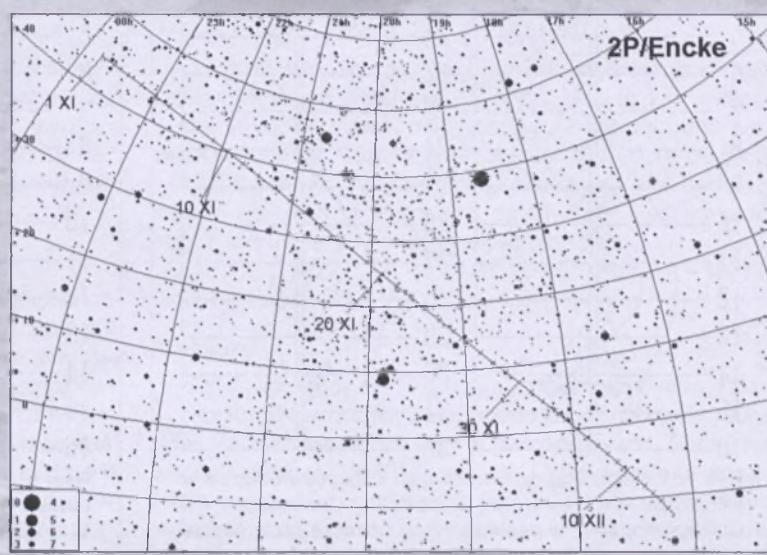
18^d16^h Złączenie Jowisza z Księżykiem w odł. 4°.

19^d18^h42^m Gwiazda zmienna δ Cep (cefeida) osiąga maksimum jasności ($3,5^m$) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 1/2003].

19^d20^h12^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].

21^d21^h33^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^d17^h42^m Słońce wstępnie w znak Strzelca, jego długość ekliptyczna wynosi wówczas 240° .



Rys. 6. Trasa komety 2P/Encke na tle gwiazd w listopadzie i grudniu 2003 (zaznaczone gwiazdy do 7^m)

22^{dd}22^h01^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^d Całkowite zaćmienie Słońca widoczne na kontynencie Antarktydy i południowej części Oceanu Indyjskiego. Maksymalna faza całkowita równa 1,038 będzie trwała 1^m57^s i nastąpi o godzinie 22^h49^m w punkcie o współrzędnych $\phi = 73^{\circ}\text{S}$, $\lambda = 88^{\circ}\text{E}$. Fazy częściowe zaćmienia widoczne będą na całej Antarktydzie, południowej części Oceanu Spokojnego, w całej Australii, południowej wyspie Nowej Zelandii oraz w Patagonii w Ameryce Południowej.

23^d Księżyca Saturna Tytan w maksymalnej elongacji wschodniej.

23^o15^h Minimalna libracja Księżyca ($1,0^{\circ}$) w kierunku *Sinus Iridium* (oświetlone).

23°22'54'' Gwiazda zmienna zaćmienowa HU Tau osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 5,9^m do 6,7^m [mapka zamieszczona w "Uranii-PA" 5/2002].

23^d23^h37^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].

25°03^h Złaczenie Merkurego z Księzycem w odległości 0,3°.

25⁰03^h29^m Gwiazda zmienna δ Cep (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,5^m) *Mapka zamieszczona w "Uranii-PA" 1/2003.*

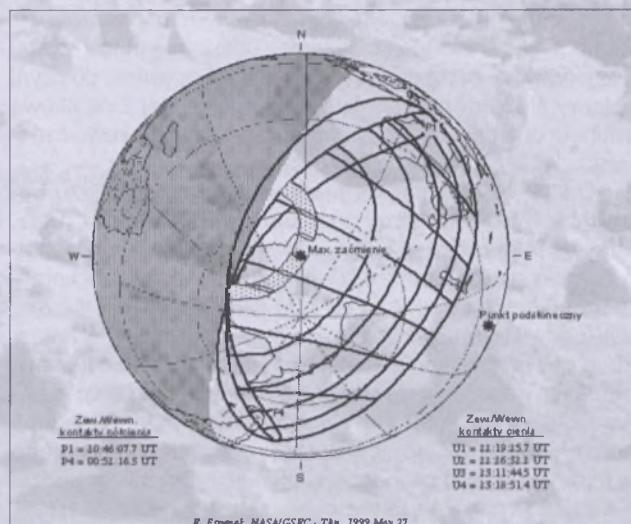
25^d18^h Złaczenie Wenus z Księzcem w odł. 2°.

26°00'15" 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]

26°20'26'' Gwiazda zmieniowa Algol (β Per) osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 2,1^m do 3,4^m [fotografia zamieszczona w „Iwanii-PA” 6/2001]

27°18'28" Mgwiazda zmienna η Aql (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,5 m) Imięka zamieszczona w „Uranii-PA” 4/2003.

27°23'13" Gwiazda zmieniona WW Aur osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 5,8" do 6,6" [mapka zamieszczona w "Uranii-PA" 5/2002].



Rys. 7. Przebieg całkowitego zaćmienia Słońca na Ziemi 23 listopada 2003 [wg E.Espenak – NASA/GSFC]

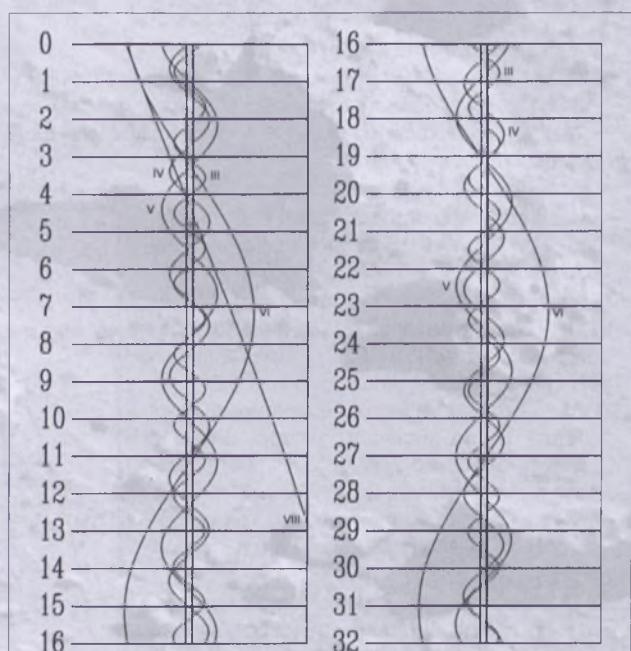
28^d01^h36^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa HU Tau osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 5,9^m do 6,7^m [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 5/2002].

29°20' Maksymalna libracja Księżyca ($10,4^\circ$) w kierunku *Mare Humboldtianum* (oświetlone).

29^d21^h Złączenie Neptuna z Księżycem w odł. 0,2°.

30°02'57" Gwiazda zmieniona HU Tau osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 5,9^m do 6,7^m [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 5/2002].

30°18' Zakrycie gwiazdy τ Aqu (4,0^m) przez ciemny brzeg Księżyca w pierwszej kwadransie, widoczne w całej Polsce (Zielona Góra 18^h52^m — Krośno 19^h01^m)



Rys. 8. Konfiguracja galileuszowych księżyców Jowisza w listopadzie 2003 (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

Grudzień

Słońce

Słońce w swym ruchu rocznym po ekiptyce zmierza w kierunku punktu przesilenia zimowego: 22 grudnia osiąga najniższy punkt ekiptyki pod równikiem niebieskim i wstępując w znak Kozioroźca rozpoczyna astronomiczną zimę. Dni są nadal coraz krótsze. W Warszawie 1 grudnia Słońce wschodzi o 6^h22^m, zachodzi o 14^h27^m, 22 grudnia wschodzi o 6^h43^m, zachodzi o 14^h25^m, a 31 grudnia wschodzi o 6^h45^m, ale zachodzi o 14^h32^m.

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

Data 2003	P [°]	B ₀ [°]	L ₀ [°]
XII 1	16,27	0,94	213,02
3	15,50	0,68	186,67
5	14,70	0,43	160,31
7	13,88	0,17	133,95
9	13,04	-0,08	107,60
11	12,18	-0,34	81,25
13	11,30	-0,60	54,89
15	10,41	-0,85	28,54
17	9,50	-1,11	2,19
19	8,58	-1,36	335,84
21	7,64	-1,61	309,50
23	6,70	-1,86	283,15
25	5,74	-2,11	256,81
27	4,78	-2,35	230,46
29	3,82	-2,59	204,12
XII 31	2,85	-2,83	177,78
2004 I 2	1,88	-3,07	151,44

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

B₀, L₀ – heliograficzna szerokość i długość środka tarczy;

17^d03^h59^m – heliograficzna długość środka tarczy wynosi 0°

Księżyc

Bezksiążcowe noce będącymi mieli w drugiej połowie grudnia, bowiem kolejność faz Księżyca jest w tym miesiącu następująca: pełnia 8^d20^h37^m, ostatnia kwadra 16^d17^h42^m, nów 23^d09^h43^m i pierwsza kwadra 30^d10^h03^m. W apogeum Księżyca znajdzie się 7^d12^h05^m, a w perigeum 22^d11^h50^m.

Planety i planetoidy

W połowie grudnia, wieczorem tuż nad południowo-zachodnim horyzontem pojawi się Merkury, jednak wznieś się on na wysokość jedynie 2,5° (ok. godzinę po zachodzie Słońca) i jego obserwacja będzie praktycznie niemożliwa.

Bardzo powoli poprawiają się warunki wieczornej widzialności Wenus świecącej jako „Gwiazda Wieczorna” z jasnością -4^m. W ciągu miesiąca jej wysokość nad horyzontem mierzona godzinę po zachodzie Słońca systematycznie rośnie, osiągając pod koniec grudnia prawie 13°. Przez teleskop możemy obserwować tarczę planety o prawie stałej średnicy ok. 12" w fazie malejącej po „pełni”.

Warunki obserwacji Marsa w porównaniu z listopadem praktycznie nie ulegają zmianie, jednak w związku z postępującym oddalaniem się od Ziemi pod koniec miesiąca ma on jasność już tylko +0,2^m. W tym samym okresie średnica tarczy planety spada do zaledwie 8", co utrudni obserwacje szczegółów powierzchniowych przez mniejsze teleskopy amatorskie.

Nadal w drugiej połowie nocy możemy obserwować Jowisza w gwiazdozbiorze Lwa jako „gwiazdę” o jasności -2,2^m. Przez teleskop zobaczymy tarczę planety o średnicy prawie 40", co ułatwi obserwację zmian zachodzących w atmosferze Jowisza nawet przez niewielkie teleskopy amatorskie.

Przez całą noc w gwiazdozbiorze Bliźniąt możemy obserwować Saturna o jasności -0,3^m. Na przełomie grudnia i stycznia planeta znajdzie się w opozycji ze Słońcem, dzięki czemu przez teleskop zobaczymy jej tarczę o średnicy prawie 21". W tym samym czasie układ pierścieni Saturna osiągnie rozpiętość aż 46" przy dużym nachyleniu ich płaszczyzny do Ziemi, co ułatwia znacznie dostrzeżenie tzw. „Przerwy Cassiniego” nawet przez teleskopy amatorskie. Taki sam teleskop umożliwia zobaczenie księżyków 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 i Neptuna można próbować obserwować wieczorem, na początku miesiąca nisko nad południowo-zachodnim horyzontem. W grudniu widzialność obu planet systematycznie pogarsza się i pod koniec miesiąca ich obserwacja (zwłaszcza Neptuna) staje się praktycznie niemożliwa.

Pluton nadal znajduje się na niebie w pobliżu Słońca i jest niewidoczny.

W grudniu w pobliżu opozycji znajdują się jasne planety:

(1) **Ceres**, (jasność 7,1^m). 7 XII: 7^h50,9^m, +26°28'; 17 XII: 7^h46,2^m, +27°33'; 27 XII: 7^h38,7^m, +28°41'.

(2) **Pallas**, (jasność 8,8^m). 7 XII: 1^h23,2^m, -23°33'; 17 XII: 1^h24,0^m, -23°02'; 27 XII: 1^h27,4^m, -22°11'.

(6) **Hebe**, (jasność 8,8^m). 7 XII: 7^h57,4^m, +6°32'; 17 XII: 7^h52,4^m, +7°03'; 27 XII: 7^h44,6^m, +7°56'.

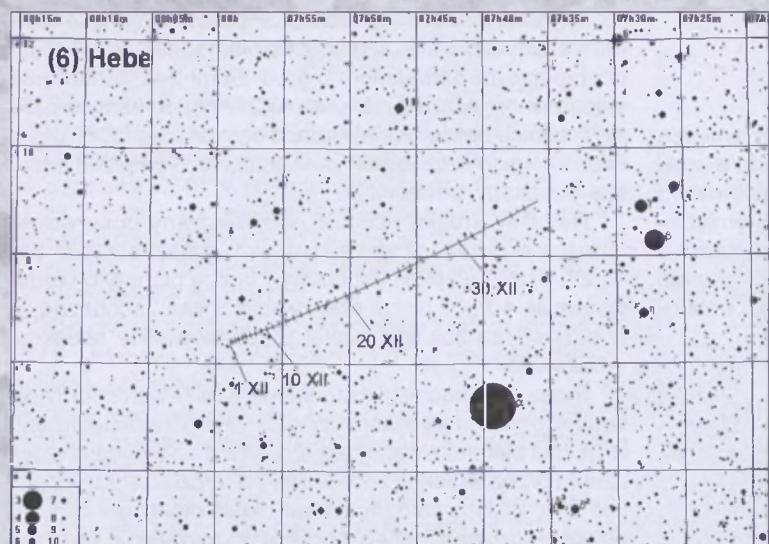
(29) **Amphitrite**, (jasność 8,9^m). 7 XII: 4^h03,9^m, +30°49'; 17 XII: 3^h54,3^m, +30°16'; 27 XII: 3^h47,4^m, +29°39'.

W grudniu możemy kontynuować obserwacje komety krótkookresowej **2P/Encke**. W ciągu miesiąca jej jasność systematycznie rośnie, osiągając pod koniec grudnia prawie 4^m. Niestety, kometa zbliża się coraz bardziej do Słońca i już 8 grudnia w godzinę po zachodzie Słońca będzie ją można oglądać na wysokości zaledwie 8° nad horyzontem. Powinna wtedy mieć jasność ok. 6,5^m:

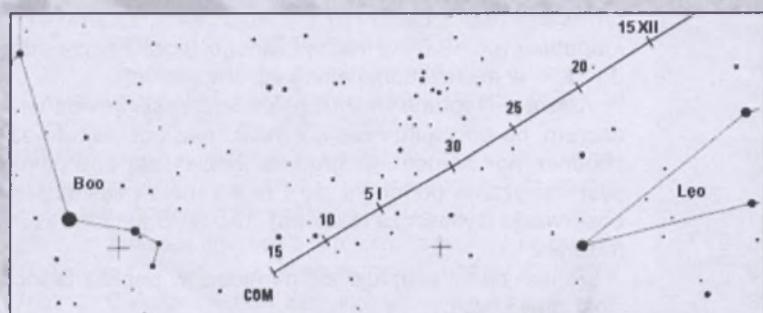
10 XII: 17^h32,6^m, -6°16', 6,3^m; 20 XII: 17^h00,1^m, -16°12', 4,9^m; 30 XII: 17^h06,7^m, -23°26', 4,2^m.

Meteory

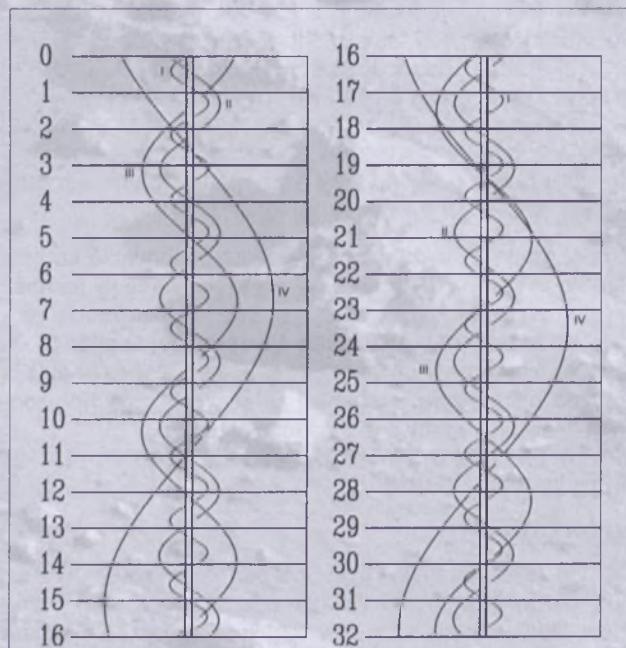
Od 26 listopada do 15 grudnia promieniują meteory z roju **χ-Orionidów (XOR)**, związanego z kompleksem Taurydów. Radiant meteorów leży w gwiazdozbiorze Byka i ma współrzędne: $\alpha = 5^{\circ}30'$, $\delta = +23^{\circ}$. Maksimum aktywności XOR przypada 2 grudnia. Strumień jest wizualnie słaby, jednak stosunkowo aktywny teleskopowo. Tegorocznym obserwacjom meteorów w drugiej połowie nocy nie będzie już przeszkadzał Księżyca po zachodzie.



Rys. 10. Trasa planetoidy (6) Hebe na tle gwiazd gwiazdozbioru Małego Psa w grudniu 2003 (zaznaczone gwiazdy do 10^m)



Rys. 11. Położenie i ruch własny radiantów meteorowych Coma Berenicidów (COM) w okresie od 15 grudnia 2003 do 15 stycznia 2004

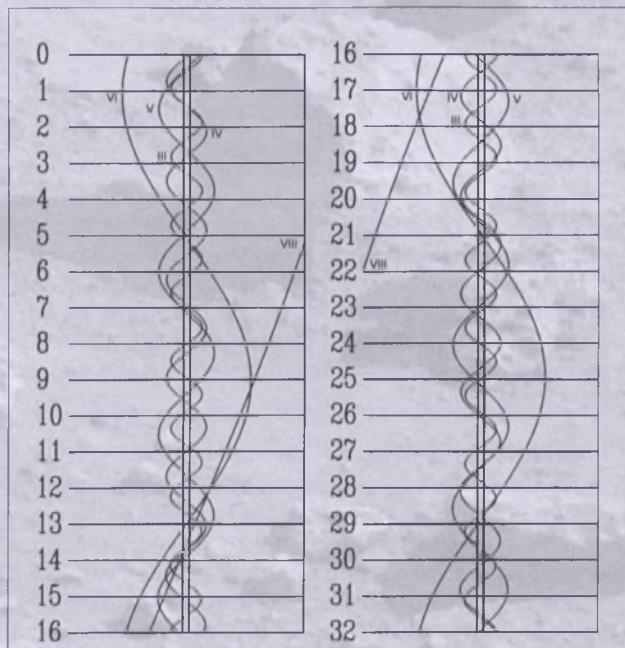


Rys. 12. Konfiguracja galileuszowych księżyców Jowisza w grudniu 2003 (I – Io, II – Europa, III – Ganimedes, IV – Callisto). Przerwa w trasie księżyca oznacza przebywanie satelity w cieniu planety. Zachód na prawo od środkowego pasa (tarczy planety), wschód na lewo

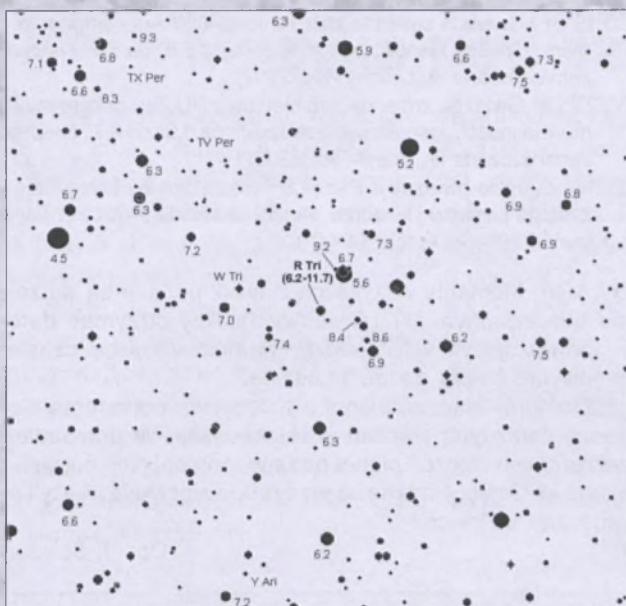
Od 7 do 17 grudnia promienią ją meteory z roju **Geminidów** (GEM) związanego z planetoidą (prawdopodobnie „wygasła” kometa) 3200 Phaeton. Radiant Geminidów leży w gwiazdozbiorze Bliźniąt i w momencie maksimum aktywności w dniu 14 grudnia o 11:40 UT ma współrzędne $\alpha = 7^{\text{h}}28^{\text{m}}$, $\delta = +33^\circ$. Warunki obserwacyjne Geminidów w tym roku są złe w związku z Księżycem w pobliżu ostatniej kwadry.

Od 12 grudnia do 23 stycznia promieniąją meteory z roju **Coma Berenicidów** (COM). Radiant meteorów leży w gwiazdozbiorze Warkocza i ma współrzędne: $\alpha = 11^{\circ}40^m$, $\delta = +25^{\circ}$. Maksimum aktywności COM przypada 20 grudnia. Strumień jest słabo zbadany i wymaga obserwacji, wiadomo jedynie, że jest aktywny w okresach aktywności Geminidów i Kwadrantydów. Tegorocznym obserwacjom meteorów nie będzie przeszkadzał zbliżający się do nowiu Księżyca.

Od 17 do 26 grudnia promieniąją meteory z roju Ursydów (URS). Radiant meteorów leży w gwiazdozbiorze Małej Niedźwiedzicy i ma współrzędne: $\alpha = 14^{\text{h}}28^{\text{m}}$, $\delta = +76^{\circ}$. Maksimum aktywności URS przypada 23 grudnia o godz. 1:00 UT. Strumień jest bardzo słabo zbadany, jednak w 1945 i 1986 wystąpiły znaczne wzrosty aktywności. Nieco mniejsze obserwowano także w 1988, 1994 i 2000. Składa się w większości ze słabych meteorów. Analiza ewolucji strumienia sugeruje także możliwość wystąpienia maksimów o 3:00 UT oraz o 2:40 UT. Obecny rok jest wyjątkowo korzystny do obserwacji tego ciekawego roju.



Rys. 13. Konfiguracja pięciu najjaśniejszych księżyców Saturna w grudniu 2003 (III – Tethys, IV – Dione, V – Rhea, VI – Tytan, VIII – Iapetus). Zachód na lewo od środkowego pasa (tarczy planety), wschód na prawo



Rys. 14. Mapa gwiazdozbioru Trójkąta do obserwacji gwiazdy zmiennej długookresowej R Tri ($2^h37^m02.1^s$, $+34^\circ15'54''$). Podane jasności gwiazd porównania (pole widzenia wynosi 7° , północ u góry)

gdź dzień jego największej aktywności jest jednocześnie dniem nowiu Księżyca.

1^d Księżyca Saturna Tytan w maksymalnej elongacji wschodniej.

1^d16^h Złączenie Marsa z Księżykiem w odległości 4° .

3^d00^h25^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].

4^d22^h43^m Gwiazda zmienna η Aql (cefeida) osiąga maksimum jasności ($3,5^m$) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 4/2003].

5^d Gwiazda zmienna długookresowa V Mon (miryda) ($6^h22,7^m$, $-2^\circ11'$) osiąga maksimum jasności ($7,0^m$).

5^d10^h Złączenie Merkurego z Wenus w odległości 7° .

5^d21^h04^m Gwiazda zmienna δ Cep (cefeida) osiąga maksimum jasności ($3,5^m$) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 1/2003].

7^d Gwiazda zmienna długookresowa R Ser (miryda) ($15^h50,7^m$, $+15^\circ08'$) osiąga maksimum jasności ($6,9^m$).

8^d01^h37^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].

8^d16^h13^m Gwiazda zmienna ζ Gem (cefeida) osiąga maksimum jasności ($3,6^m$) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 3/2003].

9^d Księżyca Saturna Tytan w maksymalnej elongacji zachodniej.

9^d06^h Merkury w maksymalnej elongacji wschodniej od Słońca równej 21° .

10^d22^h Złączenie Saturna z Księżykiem w odległości 5° .

12^d02^h57^m Gwiazda zmienna η Aql (cefeida) osiąga maksimum jasności ($3,5^m$) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 4/2003].

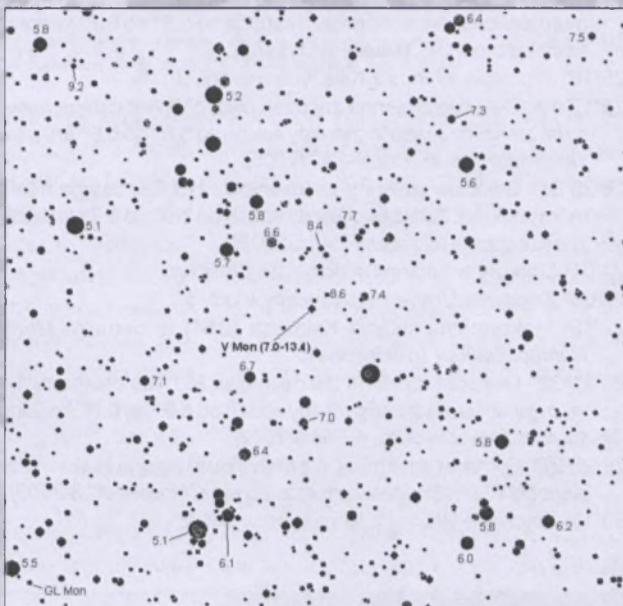
12^d05^h Pluton w koniunkcji ze Słońcem.

14^d01^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].

15^d00^h Maksymalna libracja Księżyca ($9,5^\circ$) w kierunku krateru Schickard (oświetlony).

16^d04^h Złączenie Jowisza z Księżykiem w odległości 4° .

16^d22^h09^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].



Rys. 15. Mapa gwiazdozbioru Jednorożca do obserwacji gwiazdy zmiennej długookresowej V Mon ($6^h22^m43,5^s$, $-2^\circ11'43''$). Podane jasności gwiazd porównania (pole widzenia wynosi 7° , północ u góry)

17^d Księżyca Saturna Tytan w maksymalnej elongacji wschodniej.

17^d13^h Merkury nieruchomy w rektascensji.

18^d19^h50^m Gwiazda zmienna ξ Gem (cefeida) osiąga maksimum jasności ($3,6^m$) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 3/2003].

19^d18^h57^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].

21^d15^h Minimalna libracja Księżyca ($2,3^\circ$) w kierunku Sinus Iridium (oświetlony).

21^d23^h26^m Gwiazda zmienna δ Cep (cefeida) osiąga maksimum jasności ($3,5^m$) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 1/2003].

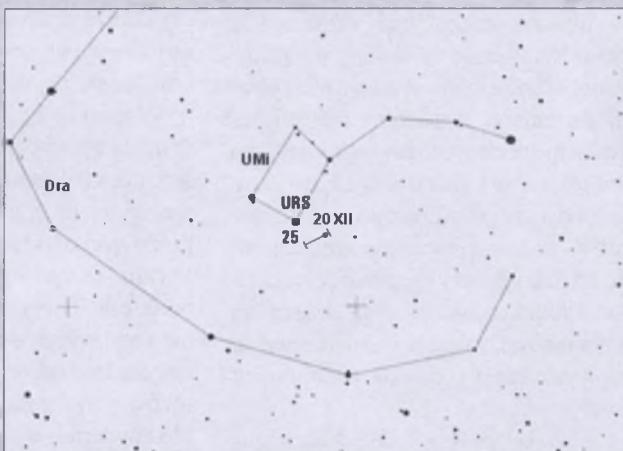
22^d07^h04^m Słońce wstępnie w znak Koziorożca, jego długość ekplityczna wynosi wówczas 270° ; rozpoczyna się zima astronomiczna.

22^d17^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].

23^d22^h Złączenie Merkurego z Księżykiem w odległości 5° .

24^d Księżyca Saturna Tytan w maksymalnej elongacji zachodniej.

24^d19^h10^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa HU Tau osiąga mini-



Rys. 16. Położenie i ruch własny radiantu meteorowego Ursydów (URS) w okresie od 20 do 25 grudnia 2003

Muzyka pod sztucznym niebem

Co to jest planetarium, Czytelnikom „Uranii” wyjaśniać nie trzeba (jeśli jednak ktoś czuje taką potrzebę, polecam lekturę artykułu p. Janty w „Uranii-PA” 2/2001). Każdy, kto był na planetaryjnym seansie, zapewne zgodzi się ze mną, że muzyka pod sztucznym niebem wspaniale dopełnia rozgrywający się tam spektakl. Widzów z zagonionych wycieczek wycisza i wprowadza w odpowiedni nastrój, wspaniale podkreśla emocje towarzyszące poznawaniu ruchów ciał niebieskich i tajemnic Wszechświata. Dla osób szczególnie spragnionych wrażeń estetycznych, najwspanialsze fragmenty seansu to często te bez słów — tylko muzyka i gwiazdy... Może to sprawka specyficznej akustyki sferycznego sklepienia? Może zasługa pobudzonych gdzieś w zakamarkach umysłu transcendentalnych przeżyć? A może i jedno, i drugie... Faktem jest, że wiele planetariów ma (lub miało) w swoim repertuarze seanse typu „muzyka pod gwiazdami”, podczas których nie liczy się dydaktyka i przekaz informacji. Ważne są tylko emocje.

Kto pierwszy wpadł na pomysł, by wykorzystać planetaryjne pomieszczenie w roli hali koncertowej? Dokładnie nie wiem. Gdy w 1972 r., po wydaniu albumów „Alpha Centauri” i „Zeit”, niemiecki zespół Tangerine Dream okrzyknięty został twórcą muzyki kosmicznej, wystąpił po raz pierwszy pod kopułą Schönenberg Planetarium w Berlinie. Legendar-

na grupa Pink Floyd, której muzyka zyskała miano kosmicznej jeszcze w latach 60., miał zademonstrować w Londyńskim Planetarium premierowy materiał słynnej płyty „Dark Side Of The Moon” 6 marca 1973 r. Prezentacja, owszem, odbyła się, lecz żywych muzyków zastąpiły ich papierowe podobizny! W ten sposób autorzy najdoskonalszego nagrania w dziejach fonografii zaprotestowali przeciwko demonstrowaniu ich dzieła za pomocą nie spełniającej wymagań aparatury nagłaśniającej.

Rok 1977 to rok planetaryjnych koncertów Klausu Schulze oraz zespołu Ash-Ra. Jednak prawdziwy boom na żywą muzykę w planetariach przypada na lata 80. W tym czasie Moskiewskie Planetarium zyskało własnego twórcę muzyki idealnie zgranej z gwiazdnymi spektaklami — Andrieja Klimkowskiego, a do seansów w Barcelonie tworzył muzykę Michel Huygen (znany bardziej pod pseudonimem Neuronium). Na seansach w naszych planetariach króluje w tym czasie muzyka Vivaldiego (niestmiertelne *Cztery pory roku*) i Jean-a Michela Jarre'a (*Oxygene*, *Equinoxe*). Coraz lepsze możliwości aparatury nagłaśniającej oraz efekty laserowe przyciągają na seanse rzesze ludzi spragnionych nowych wrażeń.

Walory planetarium jako sali koncertowej odkrywają wykonawcy m.in. muzyki klasycznej, jazzu, rocka. Planetarium Jodrell Bank stało się stałym, uznanym miejscem rejestracji koncertów twórców muzyki elektronicznej. Z kolei Planetarium w Canberra zainicjowało kameralne wykonania *Planet Holsta* ze specjalnie przygotowanym pokazem. Przykłady można mnożyć bez liku.

Również polskie planetaria mogą pochwalić się koncertami, jakie miały w nich miejsce. Np. w Chorzowie zarejestrowano materiał na płytę Józefa Skrzeka, a w Toruniu nagrano koncert Daniela

Blooma. Toruńskie Planetarium może pochwalić się czymś więcej:

muzyka ilustrująca niektóre seanse została stworzona specjalnie do nich przez toruńskie duo Sławomira Jędraszka i Romana Olszewskiego*. Dzięki takiemu zbiegowi otrzymano efekt doskonałego zgrania obrazu i dźwięku.

Bardzo jestem ciekaw, co ekipa Toruńskiego Planetarium przygotowała na specjalny pokaz zapowiedziany w programie wrześniowego Zjazdu PTA? Liczę na kolejny dobry mariaż astronomii i muzyki. Koledzy, nie zawiedźcie!

Jacek Drążkowski

* Płyty CD z tą muzyką można kupić w planetaryjnym sklepicu.



INFORMACJE O PRENUMERACIE URANII-PA

Prenumerata na rok 2003 (6 zeszytów) kosztuje 54 zł (zagraniczna 70 zł). Cena pojedynczego zeszytu 10 zł. Wpłaty prosimy kierować na konto:

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

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

Karolina Wojtkowska
Centrum Astronomii UMK
ul. Gagarina 11, 87-100 Toruń

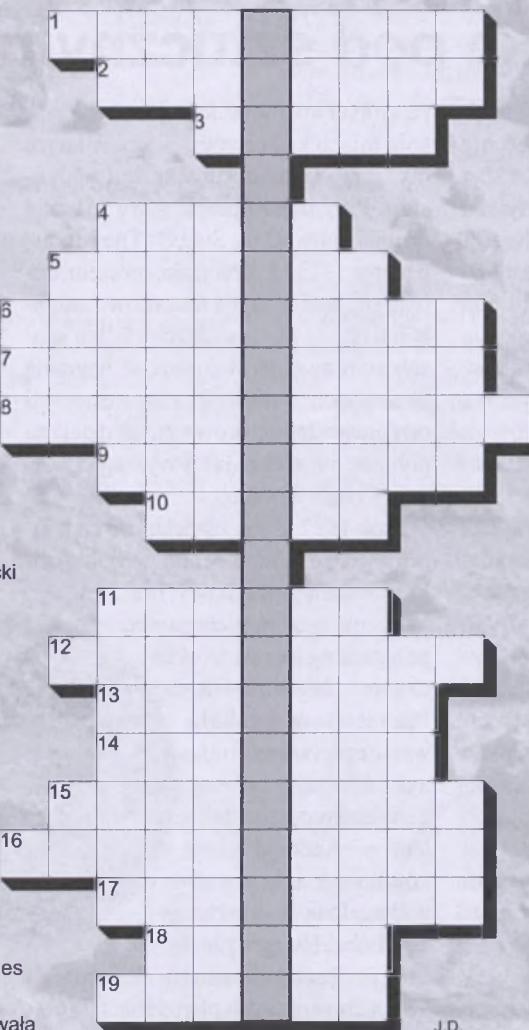
E-mail: urania@astri.uni.torun.pl
tel/fax (0-56) 611 30 14 / 611 30 08



Rozwiązańiem krzyżówki z „Urani-PA” nr 3/2003 jest hasło: „HORYZONT ZDARZEŃ”.

Nagrody w postaci płyt kompaktowych z muzyką kosmiczną tym razem wylosowali: **Tomasz Celeban** z Łaska i **Rafał Królikowski** ze Zduńskiej Woli. Gratulujemy. Nagrody wyślemy pocztą.

1. Autor *Wstępu do kosmonautyki*
2. 0,5% materii Wszechświata
3. Ptak lub nazwa satelity
4. ... Mleczna
5. Znana kometa krótkookresowa
6. Słynna przerwa
7. Prom kosmiczny, który rozpadł się tuż po startie
8. Pierwszy niedoszłý kosmonauta radziecki
9. ... planetarna — jest nią NGC 40
10. Satelita badający warstwę ozonową od 1991 r.
11. Fritz ... — pracował na Mount Wilson
12. Satelita, dzięki któremu utworzono katalog najjaśniejszych gwiazd
13. Meteory z Wolarza
14. Jedna z ofiar misji Sojuza 11
15. Czerwona gwiazda w Orionie
16. Bardzo gęsta gwiazda powstała w wyniku eksplozji supernowej
17. Używany dziś statek transportowy
18. Kamera submilimetrowa Teleskopu James Clark Maxwell
19. Polska rakieta, która nigdy nie wystartowała



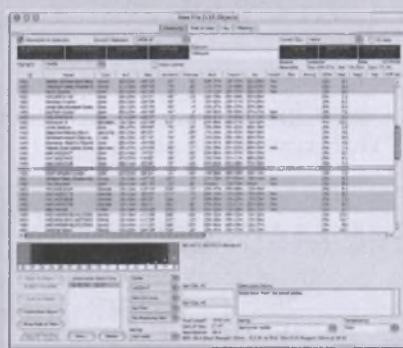
J.D.

Krzyżówka z hasłem

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

Omyłkowo pospieszyliśmy się i słowa stanowiące klucz do tego hasła podaliśmy już w poprzednim numerze „Urani”. Przepraszamy za powtarzane zamieszanie. Słowa stanowiące klucz do odnalezienia hasła w krzyżówce z U-PA 3/03:

1. Banachiewicz
2. Orion
3. Kopernik
4. Akrecyjne
5. Pegazydy
6. Phobos
7. Van Gogh
8. Goldstone
9. Egzosfera
10. Chandra
11. Utah
12. Verne
13. Mleczna
14. Clementine
15. Słońce



Ciekawe strony internetowe...

Dzisiejszy adres powinien być w zasadzie opisany w odrębnym artykule dotyczącym oprogramowania. Z drugiej strony jest na tyle ciekawy, że nie ma sensu czekać z jego omówieniem w naszym piśmie. Zajrzyjmy zatem na stronę <http://www.ilangainc.com/astroplanner/>. Możemy z niej pobrać program o nazwie AstroPlanner (zarówno w wersji płatnej, jak i darmowej). Na stronie AstroPlannera ciągle coś się dzieje — pojawiają się kolejne wersje beta udostępniające użytkownikowi nowe możliwości. Program pozwala na planowanie obserwacji astronomicznych oraz na ewentualne sterowanie podłączonym do komputera teleskopem. Oprócz planowania obserwacji możliwe jest też zapisywanie ich wyników. Program opiera się na pojęciu tzw.

Planu — listy interesujących obiektów. Można skorzystać z kilkudziesięciu takich planów dostępnych na stronie AstroPlannera — w szczególności są tu listy obiektów dla każdego miesiąca, jak i np. coś dla mieszkańców miast („For Light Polluted Skies”). Można oczywiście tworzyć własne listy, uzupełniając je np. aktualnymi danymi komet czy planetoid dostępnymi w Internecie. Nie będę się rozwoził nad szczegółami programu — jak już wspomniałem, nie ma to być artykuł na temat... Chciałbym jedynie wspomnieć o bardzo użytecznym udogodnieniu — zaznaczając obiekt na wybranym planie w małym okienku graficznym widzimy wysokość obiektu nad horyzontem w funkcji czasu lokalnego — a wszystko to na tle zmieniającym się odstępem w funkcji jasności nieba (dzień, zmierzch nautyczny i astronomiczny, noc). Dodatkowo jest pokazana faza Księżyca i jego wysokość nad horyzontem. Wersja darmowa może pracować tylko z katalogami Messiera, NGC i Yale Bright Stars, z wersją płatną (CD — 35 USD) zostaje dostarczonych wiele dodatkowych katalogów, w tym Tycho i Hubble GSC. Oprócz wersji dla WinOS istnieje wersja generyczna dla Mac OS 9 i Mac OS X. W roku 2004 jest przewidywane pojawienie się wersji linuxowej (Red Hat/SuSE).

(rs)

Galeria Uranii

Poniższe malownicze zdjęcie częściowego zaćmienia Słońca to praca Bogusława Kawałka z Rybnika

Aby obserwować majo- we zaćmienie Księży- ca, Marcin Filipk i To- masz Żywczał z Krako- wa wybrali się pod Olo- muniec w okolice czes- kiej Ostrawy. Powyższe zdjęcie z ładnie widocznym brzegiem cienia Ziemi wykonał M. Filipek (aparat Praktica MTL5B + teleskop New- tona 165/1200, slajd Fuji Velvia 50 ASA, 2.24 UT, $t_{\text{eksp}} = 5 \text{ s}$). Zdjęcie wykonane przez Tomasza prezen- tujemy niżej (obiektyw MTO 1000, film Fuji 800 ASA, $t_{\text{eksp}} = 1 \text{ s}$)

Dziełem Tomasza Żywczała są prezentowane niżej zdję- cia halo słonecznego (cer- wiec br., obiektyw typu „ry- bie oko” $f = 16 \text{ mm}$) oraz ob- łoków srebrzystych nad Wisłą (2 lipca, $t_{\text{eksp}} = 20 \text{ s}$, film Fuji 800)

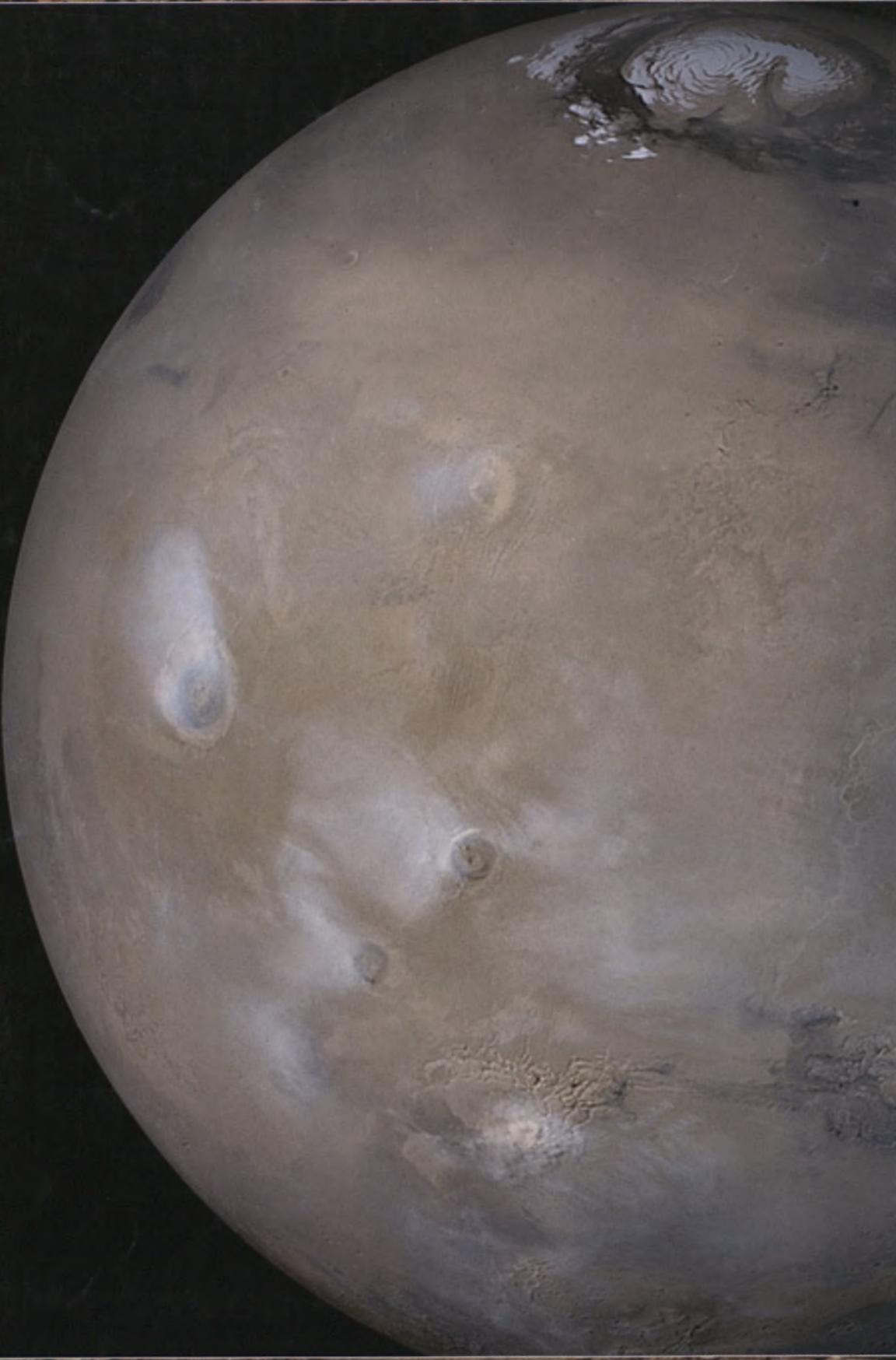


Wojciech Kreft z Krakowa fotogra- fował zaćmienie Słońca z dachu 10-piętrowego wieżowca, przy użyciu lunety o ogniskowej $f = 1200 \text{ mm}$, średnicy obiektywu $d = 50 \text{ mm}$. Prezentowane obok 6 zdjęć zostało wykonanych w od- stępach 25 s. Kierunek przesuwa- nia się tarczy słonecznej jest do- kładnie w prawo (montaż paralak- tyczny). Widać wyraźne, malejące wraz z wysokością nad horyzon- tem, spłaszczenie tarczy Słońca spowodowane refrakcją atmosfe- ryczną. Czasy ekspozycji zdjęć 1/30–1/125 s. Zdjęcia robione bez filtra. (film Kodak Gold 100 ASA, aparat FED-2 przymocowany do lunety zamiast okularu)

ISSN 0032-5414

Podczas marsjańskiej zimy mgły złożone z pary wodnej i pyłu spowijają najwyższe szczyty: widoczną u góry mniej więcej na środku Ascraeus Mons oraz położone na pół.-zach. od niej Pavonis Mons i Arisa Mons. Natomiast obszar w dolnej części zdjęcia — Syria Planum — jest objęty pyłową burzą.

Fot. MSSS, JPL, NASA



Urania

6/2003 (708)

POSTĘPY ASTRONOMII

tom LXXIV

listopad—grudzień

- Pod Krzyżem Południa – kongres MUA w Sydney
- Jak gwiazdy zaćmieniowe pomagają kosmologom
- Puste ogniska eliptycznych orbit planetarnych
- Wywiady z Kazimierzem Kordylewskim





Wielki Obłok Magellana (LMC) należy do kategorii karłowatych galaktyk neregularnych. Składa się z belki utworzonej przez starsze czerwone gwiazdy, z chmur młodszych niebieskich gwiazd i z jasnego czerwonego obszaru formowania się gwiazd, nazwanego kompleksem 30 Doradus, mgławicą Tarantula lub NGC 2070. Mgławica ta, widoczna w górnej części prezentowanego obrazu, jest największą znającą na niebie chmurą wodorową. Odległość LMC od Ziemi ocenia się na niespełna 180 tys. lat świetlnych, czyli nieznacznie więcej niż średnica naszej Galaktyki. Różne metody oceny odległości do galaktyk są testowane, a nawet kalibrowane (patrz artykuł D. Graczyka w bieżącym numerze) na tej galaktyce.



Mały Obłok Magellana (SMC) jest również galaktyką karłowatą, położoną dalej niż jej sasiadka LMC — 250 tys. lat św. od nas. Składa się głównie z młodych, gorących niebieskich gwiazd. Obie galaktyki nie są ze sobą powiązane grawitacyjnie, ale należą do Lokalnej Grupy galaktyk. Czerwonawe obszary widoczne na tle obu galaktyk to mgławice świecące w linii wodorowej H_α.

Obłoki Magellana, odkryte w 1519 r. w czasie wielkiej morskiej wyprawy dookoła świata dowodzonej przez Ferdynanda Magellana, stały się niejako symbolem południowej półkuli nieba. Prezentowane fotografie zostały uzyskane przez Davida Malina przy pomocy Angielskiego Teleskopu Schmidta (bliźniak teleskopu na Mt Palomar) w Anglo-Australijskim Obserwatorium w Siding Springs w Australii.

Wielce Szanowni i Drodzy Czytelnicy,

Ostatnie miesiące były bardzo bogate w wydarzenia astronomiczne. W maju najpierw obserwowaliśmy rzadkie zjawisko przejścia Merkurego na tle tarczy słończej, a później częściowe zaćmienie naszej dziennej gwiazdy. Pisaliśmy już o tych zjawiskach w „Uranii”, ale i w bieżącym numerze do nich wracamy. Następnie w czerwcu w Uniwersytecie Wrocławskim był obchodzony uroczyste jubileusz 90-lecia znakomitego astronoma prof. Antoniego Opolskiego. Profesor wygłosił wykład korzeniami osadzony w astronomii klasycznej, która była podstawowym nurtem badań astronomicznych w epoce młodości i studiów astronomicznych Jubilata. Wykład ten publikujemy na stronach bieżącego numeru.



fot. A. Daukasa-Wilnowska

W lipcu odbył się Kongres Międzynarodowej Unii Astronomicznej. Sprawozdanie z tego spotkania przeszło 2000 astronomów z całego świata otwiera bieżący zeszyt. Doc. Tadeusz Jarzębowski, autor tego sprawozdania i uczestnik Kongresów MUA od ok. 50 lat, zwraca uwagę na głęboką ewolucję ich tematyki: znikły z forum kongresowego problemy astronomii klasycznej, mechaniki nieba czy gwiazd zmiennych, a pojawiła się zupełnie nowa tematyka astrofizyki wysokich energii, ciemnej materii i energii, struktury Wszechświata itp.

Sierpień zdominowany był Wielką Opozycją Marsa. Pisaliśmy o tym w poprzednim zeszycie. W tym miesiącu przeżywaliśmy istny festiwal marsjański — wszyscy interesowali się Marsem. Marsa było dużo w radiu, w telewizjach, w prasie codziennej. Obserwatoria astronomiczne organizowały pokazy Marsa przez lunety i teleskopy. Obserwatorium Poznańskie w ciągu dwóch wieczorów (nocy) około opozycji odwiedziło blisko 10 tys. osób, a w Obserwatorium Toruńskim w Piwnicach w Noc Marsjańską 26 sierpnia zjawiło się przeszło 2 tys. osób. Koledzy z Planetarium Toruńskiego urządzali teleskopowe pokazy Marsa przez cały miesiąc z wieży toruńskiego ratusza i tym, którzy przybyli i zobaczyli Marsa, dawali nawet odpowiednie „certyfikaty” podpisane przez „Kopernika”. Podobnie działało się w innych ośrodkach astronomicznych. O niektórych marsjańskich imprezach piszemy w tym zeszycie. Publikujemy też niektóre zdjęcia i rysunki Marsa wykonane przez naszych Czytelników i mamy nadzieję więcej zdjęć opublikować w przyszłych zeszytach.

Wrzesień był miesiącem Zjazdu Polskiego Towarzystwa Astronomicznego w Toruniu. Nosił on numer 31, choć faktycznie był 32 zjazdem PTA, a do tego Zjazdem odbywanym w 80-lecie Towarzystwa utworzonego właśnie w Toruniu w 1923 r. Był to bardzo dobry Zjazd, z medalem jubileuszowym, wystawą ESO i udziałem znakomitych gości zagranicznych. Piszemy o nim na stronach wiadomości krajobrazowych, a niektóre wykłady zjazdowe są dostępne na naszych stronach internetowych. Publikujemy również zdjęcie astronomów polskich na chwilę przed złożeniem kwiatów u stóp pomnika Mikołaja Kopernika. We wrześniu też Centrum Astronomiczne im. Mikołaja Kopernika w Warszawie obchodziło swój srebrny jubileusz. Zjechali się dawni i obecni pracownicy Centrum i odbyli dwudniową sesję naukową poświęconą współczesnemu stanowi dziedzin astronomii uprawianych w CAMK. Mam nadzieję, że w następnym numerze „Uranii-Postępów Astronomii” będziemy mogli przedstawić Państwu niektóre z wykładów tam wygłoszonych.

Już w październiku przypadła setna rocznica urodzin doc. Kazimierza Kordylewskiego. Obserwatorium Krakowskie zorganizowało kilkudniowe uroczystości mające na celu przybliżenie tej wielkiej postaci krakowskiej astronomii obserwacyjnej i Jego dokonań. W bieżącym zeszycie publikujemy zebrane przez prof. Jerzego Kreinera wywiady prasowe, jakich doc. Kordylewski udzielał po odkryciu pyłowych księżyców Ziemi. Wywiady te dobrze kreślą sylwetkę tego Uczonego jako człowieka, badacza gwiaździstego nieba i popularyzatora astronomii. Przypominamy też wkład astronomów polskich w odkrycie pyłowych księżyców Ziemi kreślony wspomnieniami i piorem dr Anny Marii Witkowskiej, córki prof. Witkowskiego, znakomitego astronoma, specjalisty w dziedzinie astrometrii i mechaniki nieba z Poznania.

Oprócz tych okolicznościowych wydarzeń, rozważamy też w tym zeszycie sprawy kosmologiczne. Dariusz Graczyk przedstawia, jak to badanie gwiazd zaćmieniowych przyczyniło się do lepszego poznania odległości do Wielkiego Obłoku Magellana.

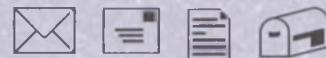
Jak zwykle donosimy Państwu o najnowszych odkryciach astronomicznych, polecamy dobrą książkę, dobrą muzykę i krzyżówkę astronomiczną. Radzimy, co i jak obserwować. Nasz kalendarzyk astronomiczny dotyczy zjawisk, jakie będą się ukazywały na styczniowym i lutowym niebie 2004 już roku.

Życzę Państwu przyjemnej i wzbogacającej Państwa wiedzę astronomiczną lektury „Uranii-Postępów Astronomii” oraz pogodnego nieba końca 2003 r.

Przypominam, że nadszedł czas, gdy trzeba odnowić prenumeratę i pozostać z szacunkiem

Toruń, w październiku 2003 r.

Antoni Opolski
BIBLIOTEKA
Uniwersytecka
w TORUNIU



Szanowny Panie Profesorze,

Piszę ten list w trosce, aby „Urania-PA” nie zeszła „na psy”.

Chciałem skrytykować fajną jakość artykułu „Ziemia — planeta Kopernika”, Nr 3/2003, autorstwa K.I. Czurimowa, z języka ukraińskiego przełożonego przez Z. Dworaka. Po-myśl artykułu nt. Ziemi jest bardzo dobry i z pewnością zasługuje na publikację w „Uranii”. Jednakże bardzo złe tłumaczenie oraz treść zbytnio przeładowana wiadomościami encyklopedycznymi (stwierdzeniami najczęściej bez jakiegokolwiek uzasadnienia) powodują, że artykuł zbyt daleko odbiega od ideału artykułu popularnonaukowego. Dla przykładu przytoczę kilka „wpadek” tłumacza, jak też zapewne i autora.

1. Termin „skorupa ziemska” jest tłumaczony w całym artykule jako „kora Ziemi”, co jest oczywistym ukrainizmem.

2. Dlaczegoż to „niemal kątowa orbita Neptuna wskazuje na to, że góra granica układu planetarnego wynosi 10^{12} lat”? Nadmieniam, że Czytelnikom „Uranii-PA” jest znany wiek Wszechświata wynoszący 1.5×10^{10} lat! Również ocena dolnej granicy wieku Słońca w oparciu o wiek gromad kuli-stych jest niepoprawna. Nie jest nawet wspomniane, że wiek Ziemi nie przekraczający 4,6 mld lat został określony w oparciu o izotopowe metody datowania meteoritów i najstarszych szczątków skorupy ziemskiej (które liczą niemal 4 mld lat).

3. „Wtórne jądro” powinno być przetłumaczone jako drugie jądro — dające początek kondensacji materii Księżyca.

4. „Wszechobecna grawitacja” to siła powszechnego

ciążenia. Również nie używa się w języku polskim pojęcia „odbicie przeciwwzciadlane”, lecz „zwiadciane”.

5. Na granicy Mohorovicica zachodzi skok prędkości rozchodzącej się fal sejsmicznych, a nie „gwałtowny skok drgań sejsmicznych”.

6. Utwory skalne nie są „górskie” — prawdopodobnie błąd tłumacza.

7. Temperatura geosfery 2000°C wymaga wyjaśnienia, że chodzi tu jedynie o energię kinetyczną cząsteczek rozrzedzonego gazu, a nie o temperaturę termodynamiczną, jaką była podawana dla niskich warstw atmosfery.

8. W rozdziale „Los układu Ziemia-Księżyc” ostatnie zdanie w parafrazie „Dzięki historycznym...” jest niepoprawne stylistycznie i niczego nie wyjaśnia. Tamże w przedostatnim parafrazie winno być zwiększenie się długości doby, a nie „zmniejszanie”. (Powyższe zadanie jest opisane piękną polszczyzną w podręczniku „Wstęp do fizyki”, tom 2 cz. I, autorstwa A.K. Wróblewskiego i J.A. Zakrzewskiego).

Uchowaj Panie Boże takiej popularyzacji!

Z serdecznymi pozdrowieniami

Stanisław Hała
Lublin

Red. Serdecznie dziękujemy Autorowi listu za wnikliwą lekturę i troskę o poziom naszego pisma. Niżej zamieszczamy odpowiedź tłumacza na powyższe zarzuty.

Ceniąc wnikliwość Czytelnika, postaram się odpowiedzieć na uwagi — niektóre są jednak wysoce kontrowersyjne, jak też niepotrzebnie złośliwe, zarówno

Dwie monochromatyczne wersje projektu logo PTA, który najbardziej podobał się Zarządowi Towarzystwa, autorstwa pana Waldemara Puśleckiego z Opola



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!

no pod adresem Autora, tłumacza, jak i Redakcji, podczas gdy Autor swym artykułem składa hołd Kopernikowi.

Na wstępnie parę uwag ogólnych: po pierwsze — z przekładem jest tak, że: albo są piękne, albo wierne; po drugie — autor ma prawo się pomylić, recenzent nigdy; po trzecie — prof. Czurimow ma poetyczną naturę i tak lubi pisać. Publikuje też utwory poetyckie — po rosyjsku i po ukraiński.

1. Rzeczywiście, termin „kora ziemska” jest bardzo rzadko stosowany, używając go tylko niektórzy geolodzy polscy. Ale „Wielki słownik polsko-rosyjski” („Wiedza Powszechna” Warszawa 1979) podaje termin „kora ziemska”. I nie jest to żaden ukrainizm!

2. Rząd wielkości (10^{12}) wynika, jako górne oszacowanie, z pewnych rozważań teoretycznych. Szkoda oczywiście, że Autor nie podał, z jakich. W związku z tym ani rzeczywisty wiek Wszechświata, ani Słońca nie ma tu nic do rzeczy.

3. Idzie o to, że w pierwotnej kondensacji protoziemskiej mogły powstać dwa zagęszczenia. Mnie się bardziej podoba słowo „wtórne”. Oprócz tego hipoteza ma już niewielu zwolenników.

4. „Wszechobecna grawitacja” to figuralne, eufemistyczne wyrażenie Autora (*licentia poetica*) i chyba P.T. czytelnicy wiedzą, o co idzie? „Odbicie przeciwwzciadlane” jest świadomie wprowadzonym neologizmem podkreślającym asymetrię półkul północnej względem południowej — i na pewno nie są one „zwiadciane”!

5. Racja, racja (choć nie całkiem, bo idzie o gradient...), ale wspominałem o poetycznej duszy Autora.

6. Tu akurat usiłowałem wyprostować myśli Autora — być może zastosowałem z kolei zbyt duży skrót myślowy.

7. Trzeba było zlej woli albo mniemania, iż astronomowie i miłośnicy astronomii są takimi ignorantami, że nie wiedzą o temperaturze kinetycznej. Oprócz tego jest to **egzosfera**, a nie **geosfera**, jak to Recenzent mylnie pisze.

8. *De gustibus est non disputandum...* (vide też wstępna uwagę o przekładach). Co do słowa „zmniejszanie”, to faktycznie jest to błąd tłumaczenia (albo tzw. czeski błąd, albo „co innego myślałem, co innego napisałem”).

Z poważaniem

Z. Dworak

Kupię Sprzedam Wymienię...

Kupię pilnie, Stefan Wierbiński „Mechanika nieba”, PWN 1973 oraz inne materiały z zakresu mechaniki nieba.

Tel. 0-502-097-486 lub e-mail calvus75@poczta.fm

Wymienię czasopisma o tematyce popularnonaukowej na inne. Poszukuję: „Świat Nauki” z listopada 1992 r. nr 11(15); „Wiedzę i Życie” roczniki 1990 i 1991.

Piotr Ostrzycki, 87-617 Baborowniki - Pole 4

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: 2000 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 Drażkowski

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@astronomy.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@astronomy.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 październiku 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

243 Pod Krzyżem Południa — Kongres Unii Astronomicznej w Sydney

Tadeusz Jarzębowski

Kongresy Międzynarodowej Unii Astronomicznej są najliczniejszymi, odbywanymi co 3 lata, zjazdami astronomów z całego świata. W tym roku miejscem Kongresu było Sydney w Australii, dokąd przybyło przeszło 2000 uczestników. Autor opowiada o klu- czowych problemach naukowych, nad jakimi tam dyskutowano, o astronomii australijskiej i o tym pięknym i gościnnym kraju-kontynencie.

251 Jak gwiazdy zaćmieniowe pomagają kosmologom, czyli o odległości do Wielkiego Obłoku Magellana

Dariusz Graczyk

Skala odległości we Wszechświecie jest powiązana z wartością parametru zwanego stałą Hubble'a. Aby go wyznaczyć, zazwyczaj skaluje się odległości pozagalaktyczne odległością do Wielkiego Obłoku Magellana. Jednak okazuje się, że wyznaczenie odległości do niego samego nie jest wcale ani proste, ani jednoznaczne...

256 Puste ogniska eliptycznych orbit planetarnych

Antoni Opolski

W dzień swych 90. urodzin, w czasie uroczystości Jemu poświęconej. Autor wygłosił wykład na temat zapomnianych już trochę problemów astronomii klasycznej, które były istotnym nurtem badawczym w okresie Jego studiów astronomicznych. Rysunki wykonańskie własnoręcznie przez Profesora.

266 Wkład astronomii polskiej w badanie obłoków pyłowych w układzie Ziemia-Księżyc

Anna Maria Witkowska

Autorka, córka poznańskiego astronoma, w krótkim tekście przypomina bieg wydarzeń związanych z odkrywaniem pyłowych księżyców Ziemi, jakie poznała głównie z relacji Ojca.

268 Wywiady z Kazimierzem Kordylewskim

Jerzy M. Kreiner

W związku z mijającą setną roczną urodzin doc. Kazimierza Kordylewskiego, Autor dokonuje przeglądu wywiadów prasowych, jakich ten krakowski astronom udzielał różnym średkom przekazu. W ten sposób kreśli sylwetkę tego niestrudzonego obserwatora i popularyzatora astronomii.

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

rozmaitości: Obłoki gazu z pierwszych gwiazd (261); Gaszący Wszechświat (265); Ciemna materia wokół galaktyk (271); Galileo (1989–2003) (276); Kometa Halleya (285)

w kraju: XXXI Zjazd Polskiego Towarzystwa Astronomicznego (262); VIII bieszczańskie spotkania dyskusyjne (277); Wakacje z meteorami (278); Spotkanie z Marsem w Nadbałtyckim Centrum Kultury (278); Trzeci Obóz Szkoleniowo-Obserwacyjny PTMA (279)

poradnik obserwatora: Aparat cyfrowy w astrofotografii (cz. VI – Układy podwójne gwiazd)

galeria obiektów NGC: NGC 246; NGC 253; NGC 281

kalendarz astronomiczny 2004: styczeń – luty

recenzje: Michał Heller „Początek jest wszędzie”

astronomia i muzyka: Fenomen Kitaro

relaks z Uranią: Czy znasz gwiazdozbiory południowego nieba?

ciekawe strony internetowe

NA OKŁADCE

Charakterystyczny obiekt południowego nieba — Wielki Obłok Magellana. Przedstawione zdjęcie zostało uzyskane w Europejskim Obserwatorium Południowym przy pomocy tamtejszego teleskopu Schmidta (średnica lustra głównego 162 cm, płyty korekcyjnej 100 cm) ok. roku 1973. (Zobacz również zdjęcie na drugiej stronie okładki)



Międzynarodowa Unia Astronomiczna liczy obecnie około 9 tys. członków z 67 krajów. W dniach 13–26 lipca odbywał się w Sydney XXV Kongres tej organizacji. Uczestniczyło w nim około 2 tys. osób.

Na walnym zebraniu podjęto następujące uchwały (zalecenia):

1. Dane, uzyskiwane w dziedzinie podstawowych badań astronomicznych, winny być — po upływie określonego czasu — przekazywane do archiwum, gdzie byłyby powszechnie dostępne za pośrednictwem Internetu.

2. Astronomia winna być włączana do programów nauczania w szkołach poziomu podstawowego i średniego.

3. Rok 2009 — czterechsetna rocznica obserwacji Galileusza, jak też narodzin nowoczesnej astronomii teleskopowej — zostanie ogłoszony „Rokiem Astronomii”.

Wybrano nowe władze Unii. W latach 2003–2006 stanowisko prezydenta będzie sprawować Ron Ekers, znany radioastronom; był on przez 7 lat dyrektorem Very Large Array w USA, natomiast w ciągu ostatnich 15 lat kierował radioastronomią australijską. Funkcję sekretarza generalnego Unii sprawować będzie Oddbjørn Engvold z Instytutu Astrofizyki Teoretycznej w Oslo. Prezydentem Komisji Stellar Constitution został Wojciech Dziembowski z Warszawy.

Przed trzema laty astronomowie obradowali w Manchesterze. W roku 2006 odbędzie się kolejny kongres w „Mieście Karola IV” — w Pradze. Natomiast na spotkanie w Roku Astronomii zaprasza Rio de Janeiro

Pod Krzyżem Południa

Kongres Unii Astronomicznej w Sydney

Zaczniemy od historii.

Kontynent australijski został poznany przez Europejczyków dość późno. Udokumentowane informacje pochodzą z pierwszej połowy XVII w., kiedy to do jego brzegów zaczęli docierać żeglarze holenderscy. Skaliste i pustynne wybrzeża wyspy — nazywane przez nich Nową Holandią — nie prezentowały się gościnnie, nie zachęcały do wkraczania na ląd.

Sytuacja taka trwałyaby może dłużej, gdyby nie pewne wydarzenie natury astronomicznej. Otóż w roku 1769 miało nastąpić widoczne w tych rejonach przejście Wenus przed tarczą Słońca. Royal Society zwróciło się do króla Jerzego III z prośbą o pomoc w dostarczeniu statku oraz wyposażenie takiej wyprawy. Kierownictwo powierzono kapitanowi Jamesowi Cookowi, który dał się potem poznać jako jedna z najwybitniejszych postaci w dziejach żeglugi i odkryć geograficznych. W 1768 r. jego korweta „Endeavour” wyruszyła w pierwszą, trwającą trzy lata podróż dookoła Ziemi. Obserwacje, w których brał udział angielski astronom Charles Green, zostały przeprowadzone na wyspie Tahiti na Pacyfiku (Wyspy Towarzystwa). Pogoda dopisała. Był 3 czerwca 1769 r. Uzyskane wyniki pozwoliły poznać dokładniejszą wartość odległości Ziemi od Słońca, a tym samym i rozmiary Układu Słonecznego.

Po wykonaniu zadania, kontynuując kurs w kierunku zachodnim, w roku 1770 James Cook dotarł do wschodnich wybrzeży kontynentu australijskiego. Tereny te — w przeciwnieństwie do pustynnych zachodnich i północnych brzegów wyspy — okazały się bogate w roślinność, bardziej przyjazne. Jego korweta

zakotwiczyła w Zatoce Botanicznej (Botany Bay), około 10 km na południe od centrum dzisiejszego Sydney. Cook nazwał te tereny Nową Południową Walią i uznął za własność Wielkiej Brytanii i króla Jerzego III.

Tak więc zjawisko astronomiczne wpłynęło niejako na dalsze losy kontynentu. Osiemnaście lat później brytyjska rzeczywistość tego lądu zaczęła wcielać się w życie. Dnia 26 stycznia 1788 r. przybywa tu „Pierwsza Flota”, 11 statków z Wielkiej Brytanii z ponad tysiącem osób — głównie skazańców. Dzień ten obchodzony jest obecnie jako święto państwowie — Dzień Australii*.

Astronomia była potrzebna w żegludze, zwłaszcza do wyznaczania czasu; gwiazdy to „przewodniczki” żeglarzy. W roku 1855 na pagórku w porcie Sydney pojawił się kamienny budynek z kopułą: obserwatorium astronomiczne. Stoi do dziś, a jego obecność wskazuje, jak ważną rolę w rozwoju miasta odgrywała astronomia. W ciągu dziesiątek lat aktywności naukowej placówka ta wniosła sporo do badań astrometrycznych. Tu kapitanowie statków kalibrowali swoje chronometry. Ale dziś — znalazły się w centrum czteromilionowej metropolii (i w dobie działania Globalnego Systemu Pozycyjnego) — placówka ta może spełniać już tylko rolę muzeum astronomii lat minionych.

Obecny, XXV Kongres Międzynarodowej Unii Astronomicznej, był drugim w historii tego miasta. Uczestników XV Kongresu Sydney gościło w roku 1973.

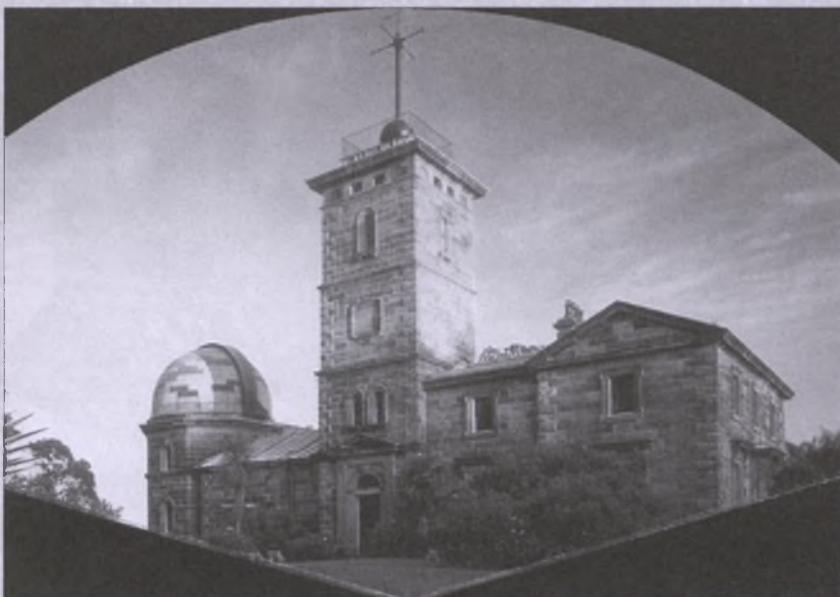
* Nazwa kontynentu Australia (od łac. *australis* południowy) przyjęta została dopiero w roku 1849.

Uroczyste otwarcie Kongresu odbyło się w budynku opery, malowniczo usytuowanym na przylądku Bennelong. Ten gmach to prawdziwy klejnot współczesnej architektury.

Obrady odbywały się w Centrum Konferencyjnym i Wystawowym, położonym w równie pięknym miejscu, też nad wodą, na nabrzeżu Darling Harbour. Podobnie jak i na poprzednich zjazdach Unii, program obrad był bardzo bogaty: sześć czterodniowych sympozjów, 26 jedno- ewentualnie półtora-dniowych sesji poświęcanych węższej tematyce, no i — tradycyjnie — trzy wieczorowe wykłady dotyczące problematyki najaktualniejszej. O bogactwie całokształtu aktywności naukowej świadczyć może fakt, że w obszernej księdze ze streszczeniami referatów i posterów było ponad 2100 pozycji.

Sporym zainteresowaniem cieszyło się 218 Sympozjum poświęcone gwiazdom neutronowym, pulsarom, magneterom. Wygłoszono tu 65 referatów, rozwieszono ponad 100 posterów. W sympozjum uczestniczyła też odkrywczyni pulsarów Jocelyn Bell-Burnell. (Można mieć wątpliwości, czy dla wszystkich czas biegnie jednakowo, gdyż jak się patrzy na panią Jocelyn, to trudno uwierzyć, że odkrycie miało miejsce przed 36 laty). Sympozjum podsumował odkrywca głośnego układu podwójnego z pulsarem PSR 1913+16, laureat Nagrody Nobla, Joseph Taylor z Princeton.

Trzeba nadmienić, że w dziedzinie badania pulsarów Australijczycy poznali się mogą sporymi osiągnięciami. Działający od czterech dziesięcioleci 64 m radioteleskop w Parkes (rys. 6)



Rys. 1. Historyczne obserwatorium astronomiczne w Sydney

ma już na swym koncie odkrycie około 700 — tj. prawie połowy znanych. Właśnie tu odkryto niedawno pulsara radio-wego o nie spotykanych dotąd długim okresie, ponad 8 s, który przysporzył sporo kłopotu, gdyż znajdował się już poza „linią śmierci”. W Australii wydawany jest katalog pulsarów. Na Sympozjum podano, że ostatnio została opracowana uaktualniona jego wersja z pełną dokumentacją bibliograficzną znanych obecnie ponad 1400 pulsarów.

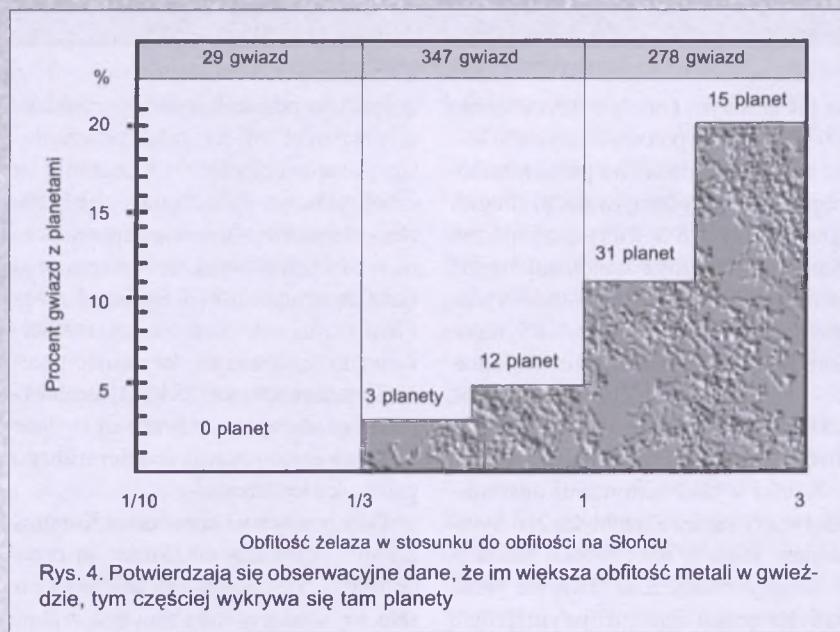
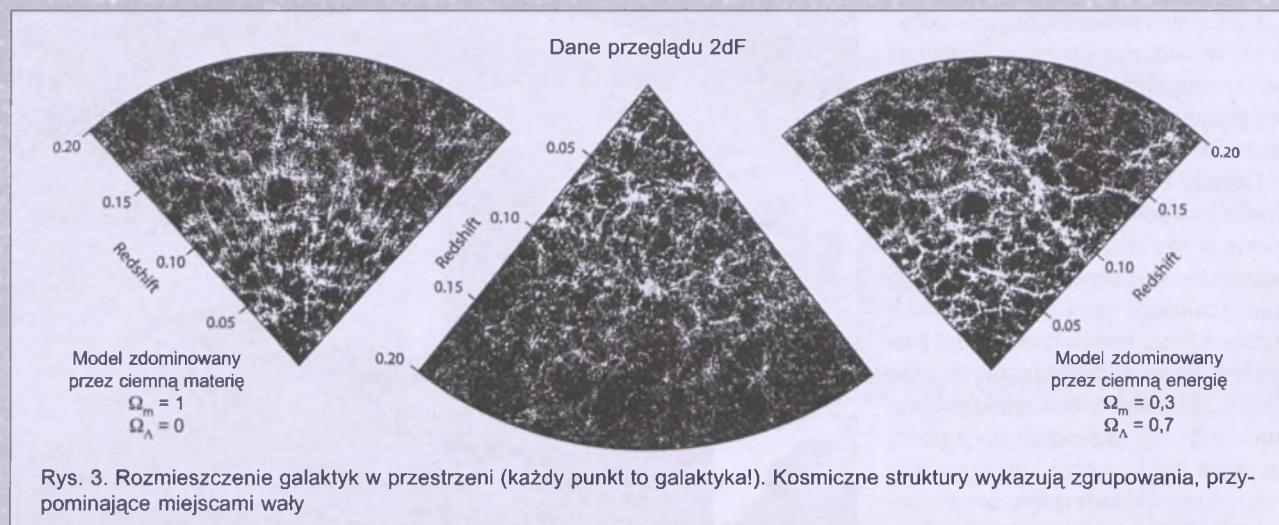
Wielki wkład astronomii australijskiej wiąże się też z tematyką 216 Sympozjum, *Maps of the Cosmos*. Niedawno zostały zakończone trwające przez pięć lat prace nad „trójwymiarową mapą” naszego otoczenia. Jest to najobszerniejsze przedsięwzięcie, gdy chodzi o dotychczasowe prace w tym kierunku. Wymowne są tu liczby. Pomierzono wartości przesunięcia ku czerwieni (a to

umożliwia poznanie odległości obiektu) dla ponad 230 tys. galaktyk, znajdujących się w odległościach do 3 mld lat świetlnych (rys. 3). Badania te obejęły 5% sfery niebieskiej. Obserwacje prowadzone w paskach o szerokości 2 stopni; stąd skrót programu 2dFGRS (*Two Degree Field Galaxy Redshift Survey*). Obserwowano też kwazarów, uzyskując przesunięcia ku czerwieni 23 tys. tych obiektów. Łącznie zatem zebrane są tu dane o odległościach ponad ćwierci miliona galaktyk i kwazarów!

Gdy porównuje się obecny Kongres z tymi sprzed laty, to różnice są przewagomne. Nie chodzi o to, że kiedyś pisało się kredą, a teraz nawet z rzutników pisma już nikt prawie nie korzysta, bo wszyscy przyjeżdżają z laptopami. Inna jest zupełnie tematyka. W latach 50. czy 60. poruszane były tematy astronomii klasycznej czy gwiazd zmien-



Rys. 2. Panorama Sydney. Z lewej budynek opery, gdzie odbywało się uroczyste otwarcie Kongresu



nych. Tego się teraz nie słyszy, natomiast zaskoczyć mogą niejednego już same tytuły czy terminologia.

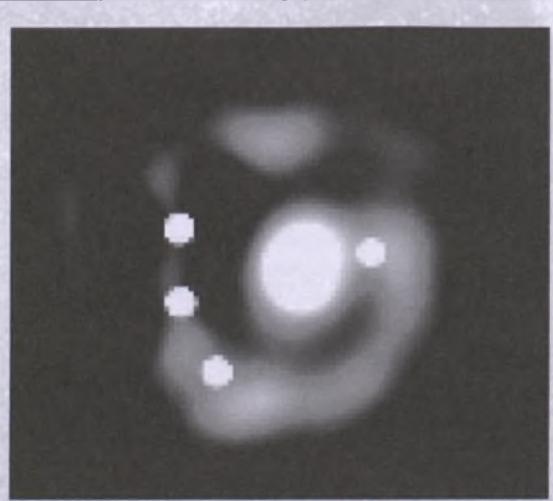
Na przykład tytuł jednej z sesji naukowych brzmiał lakonicznie *Astrotomography*. Pojęcie takie nie zagościło jeszcze w podręcznikach, nie znajdziemy go nawet w najnowszej, czterotomowej encyklopedii astronomii i astrofizyki (ale pojawiło się już w „Uranii”, zeszyt 3/2003, okładka). Słowo tomografia — od gr. *tomós* tnący, rozdzielający — używane jest w medycynie: jest to metoda badania rentgenowskiego, polegająca na wykonywaniu zdjęć dających obraz obiektu na dowolnie wybranej głębokości. Otóż w astronomii też szuka się możliwości zaglądania do wnętrz obiektów astrofizycznych, wykorzystując takie zjawiska, jak zaćmienia, przesunięcie dopplerowskie, opóźnienia w nadejściu sygnałów czy rotację

w układach podwójnych. Astrotomografii poświęcono 10 referatów.

Zdziwić też mógł kogoś tytuł 217 Sympozjum *Recycling Intergalactic & Interstellar Matter*. Słownictwo takie spotyka się już w literaturze astronomicznej i jest to uzasadnione. Przecież zanim gwiazda zakończy ostatecznie swój żywot, wyrzući ona w przestrzeń międzygwiazdną wystarczająco dużo gazu i pyłu, by mogła powstać z tego

inne gwiazdy o zbliżonej nawet masie. Występuje tu więc coś podobnego jak z przekazaniem do recyklingu puszki po coca-coli; powstał z niej materiał połuży do pojawienia się nowej, pełnej puszek z napojem.

A oto tytuł innej sesji naukowej *Large Telescopes & Virtual Observatory*. O dużych teleskopach słyszymy często, zaś „obserwatorium wirtualne” to novum. Ale jedno z drugim jest jak najbardziej związane. Rzecz w tym, że astronomii grozi lawina danych. Za pośrednictwem różnego rodzaju aparatury produkuje się terabity obrazów i katalogów (rys. 7). Otrzymujemy dane w najróżniejszych zakresach widma — od promieni gamma do fal radiowych. W niedalekiej przyszłości łatwiej będzie zapewne „wykręcić numer” odpowiadają-



Rys. 5. Rewelacja na Kongresie! 16 lipca doniesiono o odkryciu teleskopem 3,6 m w ESO najbliższej soczewki grawitacyjnej RXS J1131-123. Ogniskowany kwazar leży w odległości 6300 mln lat świetlnych od nas ($z = 0,66$), a soczewkującą go galaktyka eliptyczna w połowie tej odległości ($z = 0,3$). Widać cztery obrazy kwazarów i pierścień Einsteina

jący interesującemu nas ciau niebieskiejmu, niż czekać miesiącami na przyznanie czasu na teleskopie. A wyniki uzyskane z tych *on-line „obserwacji”* mogą być równie dobre jak te uzyskane za pośrednictwem teleskopu. No a — przywołując prawo Moore'a — można się spodziewać, że skoro jest planowanych tyle nowych teleskopów, to przyjdzie czas, że będą to nie tera-, ale petabyt.

Tematykę wirtualnego obserwatorium omawiano na sesji przez kilka godzin. Była mowa o *International Virtual Observatory* (IVO), jak też o jedenastu wirtualnych obserwatoriach w różnych krajach, np. *Australian Virtual Observatory*. A może z czasem pojawi się też pojęcie „wirtualny obserwator”?

Nawiązując zaś do pierwszej części tytułu tej sesji — wielkie teleskopy — to jedną z sal ozdabiała makietą 100 m teleskopu (OWL). Obok informacje: „Projekt ESO; koszt inwestycji około miliard euro. Pierwsze promieniowanie z Kosmosu odebrałby około roku 2015. Obserwacje wykonywane tym teleskopem stanowić będą przełom podobny do tego, jakim przed czterema stuleciami były obserwacje Galileusza. Bliższe dane www.eso.org/projects/owl”.

I na koniec może jeszcze lekki, węselszy akcent. Na wieczorowym wykładzie o rozbłyskach gamma Shrinivas Kulkarni, Hindus z pochodzenia, opowiadał, że po jednym z jego popularnych na ten temat odczytów w USA ukazała się w lokalnej prasie notatka pod tytułem: „Pewien Hindus odkrył Big Bang”.

* * *

Teraz o australijskich obserwatoriach (rys. 8).

Mówiliśmy o historycznym obserwatorium w porcie w Sydney. Dwa inne, również dziewiętnastowieczne, powstały w Perth na zachodzie kontynentu oraz w Melbourne, które w roku 1869 otrzymało 1,2-m teleskop. Przez kolejne cztery dziesięciolecia — do czasu wkroczenia na arenę obserwatorium Mount Wilson w Kalifornii — był to największy na świecie teleskop o montażu równikowym. Gdy w roku 1924 zaczęło działać obserwatorium na Mount Stromlo (koło Canberry), instrument ten został tam przeniesiony. Niestety, w ową „czarną sobotę”, dnia 18 stycznia 2003 r., pożar otaczającego buszu strawił tę placówkę (*„Urana”*, 2/2003, s. 80).

Przejedźmy do dnia dzisiejszego. W państwie Związek Australijski (*Com-*



Rys. 6. 64-m radioteleskop w Parkes

monwealth of Australia) badania w dziedzinie nauk ścisłych są finansowane głównie przez CSIRO (*Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation*). Istnieje też 36 uniwersytów stanowych, jak też założony w roku 1950 federalny *Australian National University* (ANU).

Główym centrum badań w dziedzinie astronomii optycznej jest działające od 1964 r. *Siding Spring Observatory*. Placówka ta — jak też odbudowywane obecnie obserwatorium na Mount Stromlo — należą do ANU. Od 1974 r. Siding Spring gości też Anglo-Australian Observatory z jego 3,9 m teleskopem, największym na terenie Australii. Na nim właśnie realizowano wspomniany program 2dFGRS. Z innych większych instrumentów wymienić należy pracujący od 1984 r. teleskop 2,3 m oraz 1,2 m teleskop Schmidtta.

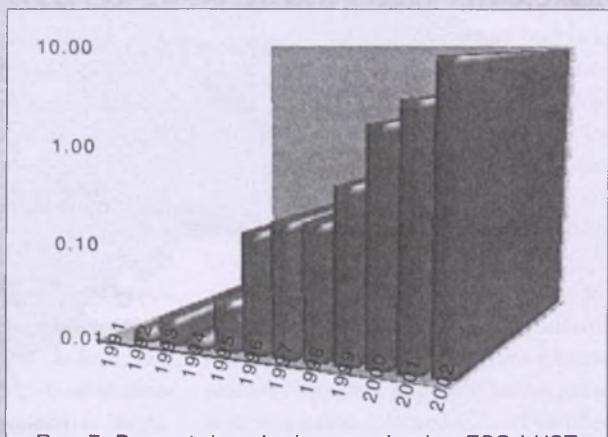
Obserwatorium *Siding Spring* znajduje się w malowniczym terenie na skraju Parku Narodowego Warrumbungle, niedaleko miejscowości Coonabarabran (od Sydney to ponad 400 km w kierunku północno-zachodnim). W języku Aborygenów *coonabarabran* oznacza „dociekliwy człowiek”. To nie-

wątpliwie do tego miasteczka dobrze pasuje, gdyż znajduje się tam Skywatch (obserwatorium do popularyzacji astronomii z pięcioma teleskopami) jak też 22 m radioteleskop, a niedaleko, w Siding Spring jest aż 8 teleskopów. O Coonabarabran przyjęło się mówić, że jest to *Astronomy Capital of Australia*.

* * *

Radioastronomia świętowała niedawno swoje 70. urodziny — a minęło 30 lat od wprowadzenia jednostki jansky (gęstość strumienia energii, $10^{-26} \text{ W/m}^2 \text{ Hz}$). W Sydney słyszało się: „From Karl Jansky to Microjansky”.

Australijska radioastronomia reprezentuje wysoki poziom. Ewentualnym potwierdzeniem tego jest choćby fakt, że radioastronom z tego kraju sprawuje obecnie funkcję prezydenta Międzynarodowej Unii Astronomicznej. Badaniom radioastronomicznym patronuje



Rys. 7. Przyrost danych obserwacyjnych z ESO i HST w ciągu ostatniego dziesięciolecia (liczby w terabajtach)

głównie CSIRO i podległa jej *Australia Telescope National Facility* (ATNF).

Z instrumentów należy wymienić tu w szczególności uruchomioną w roku 1988 sieć sześciu 22 m teleskopów, nazywaną *Australia Telescope Compact Array* (ATCA). Jest to jedyny na półkuli południowej instrument o wysokiej zdolności rozdzielczej. Znajduje się on w pobliżu miasta Narrabri (rys. 8 i 10).

Najstarszy i dobrze zasłużony jest wspomniany „łowca pulsarów” 64 m teleskop stojący w pobliżu miasta Parkes. Oddany do użytku w roku 1961 (tylko 4 lata po teleskopie w Jodrell Bank) i konsekwentnie modernizowany, do dziś należy do światowej czołówki. Przewadzi się tu m.in. przegląd nieba południowego w fali 21 cm (program HI-PASS, *HI Parkes All-Sky Survey*). W ramach tej tematyki młody doktorant Narodowego Uniwersytetu Australijskiego, Brad Warren, dokonał niedawno poważnego odkrycia. Są to gazowe galaktyki z niewielką tylko ilością gwiazd. Byłyby to galaktyki karłowate, dyski gazowe o rozmiarach około 30 tys. lat świetlnych, a masa zawartego w takim obiekcie wodoru szacowana jest na jakiś miliard mas Słońca. Mierzone przesunięcia ku czerwieni wskazują na odległość w granicach od 12 do 60 mln lat świetlnych (rys. 11).

Dwa inne radioteleskopy, nie podlegające CSIRO, należą do Uniwersytetu na Tasmanii. Jeden (26 m) znajduje się w pobliżu miasta Hobart (wyspa Tasma-



Rys. 9. Najwięcej australijskich instrumentów astronomicznych znajduje się w Coonabarabran i okolicy

nia), drugi (30 m) w mieście Ceduna nad Wielką Zatoką Australijską.

Wszystkie z wymienionych pięciu ośrodków radioastronomicznych włączone są do międzynarodowej sieci interferometrii wielkobazowej (VLBI).

Kontynent australijski jest doskonałym terenem do rozwoju astronomii obserwacyjnej. Liczba ludności wynosi tu zaledwie 19 mln, podczas gdy powierzchnia jest 25 razy większa od powierzchni Polski. Niska gęstość zaludnienia to w szczególności i niewielkie zakłócenia radiowe — ważki argument dla radioastronomii. A w tym właśnie aspekcie Australia ma szanse na „wielką wygraną”. Chodzi tu o *Square Kilometer Array* (SKA).

W roku 1995 powstała koncepcja budowy radioteleskopu, jakiego świat jeszcze nie widział: jego zbierająca promieniowanie powierzchnia miałaby być

rzędu jednego kilometra kwadratowego, natomiast czułość stokrotnie przewyższałaby możliwości najlepszych dotychczasowych interferometrów. Nad programem tym pracuje międzynarodowe konsorcjum, w skład którego wchodzi też Polska — ośrodek toruński. Rozpoczęcie budowy winno nastąpić około roku 2012; koszt około półtora miliarda dolarów USA. Zakres częstotliwości aparatury wynosiłby od około 100 MHz do 10 GHz (3 m do 3 cm). Jednym z głównych celów astrofizycznych ma być odkrywanie i badanie 21 cm emisji neutralnego wodoru w obiektach o dużym przesunięciu ku czerwieni. Tą drogą można by uzyskać informacje o wcześniejszych etapach ewolucji Wszechświata i epoki formowania się galaktyk.

Otoż Australia wsysuwa się tu jako potencjalny kandydat do lokalizacji tej inwestycji. Badane były trzy możliwe rejony, jednak najlepszym z nich wydają się być pustynne tereny na zachodzie kontynentu, w pobliżu miejscowości Mileura (rys. 8). Można tam zagwarantować „radiowo cichy rezerwat”. A zauważmy, jak korzystna jest szerokość geograficzna, gdyż centrum Galaktyki ($\delta = -29^\circ$) przechodzi tam przez sam zenit. Także zbliżone szerokości geograficzne teleskopów nowej generacji VLT i ALMA (Chile, góra Paranal i pustynia Atacama) zwiększałyby szanse na współdziałanie.

Niebo australijskie jest przyjazne dla astronomii, ale nie tak odległa **Antarktyda** stwarza możliwości jeszcze korzystniejsze. Tematowi wkraczania astronomii na ten „biały kontynent” poświęcono w Sydney dwie jednodniowe sesje.

Ale najpierw kilka słów z historii Antarktyki.



Rys. 8. Miejscowości związane z działalnością astronomiczną w Australii

W istnienie jakiegoś wielkiego lądu w rejonie bieguna południowego wiezano już w czasach starożytnych. Owa mityczna *Terra Australis* była poszukiwana przez Jamesa Cooka w trakcie jego dwóch następnych wypraw wokół Ziemi (1772–1775, 1776–1779). Jednak dopiero w roku 1820 lodowce szelfowe Antarktydy dostrzegli ze statków Wołstok i Mirnyj Rosjanie Bellinghausen i Łazariew. A nogę na biegunie południowym jako pierwszy postawił Norweg Roald Amundsen. Był to grudzień 1911 r. Tegoż lata, miesiąc później, dotarł tam Anglik Robert Scott.

Dziś w tym miejscu — 2835 m n.p.m. — w rejonie naukowe: to *Amundsen-Scott South Polar Station*. Głęboko w lodzie działa tu detektor neutrin AMANDA (*Antarctic Muon And Neutrino Detector Array*), a w pobliżu stoi kilka instrumentów astronomicznych. Najdłużej, już od 10 lat, obserwuje niebo 60 cm teleskop *South Polar Infrared Explorer* (SPIREX). Ale najwięcej słyszało się ostatnio o DASI (*Degree Angular Scale Interferometer*), za pośrednictwem którego odkryto po raz pierwszy przewidywane przez kosmologów zjawisko polaryzacji mikrofalowego promienowania tła („*Urania*”, 6/2002, s. 273).

W dniu 18 lipca, w trakcie pierwszego dnia sesji *Astronomy in Antarctica*,

zorganizowano godzinne połączenie radiowe z obserwatorami na biegunie południowym. Zadawano im różne pytania. Dowiedzieliśmy się, że obecnie, zimą, pracuje tam 58 osób, a latem jest ponad 100, że temperatura na zewnątrz wynosi -57°C . — „A kiedy wjezdzie Słońce?” — „Za dwa miesiące”, padła odpowiedź.

Duże znaczenie, zwłaszcza dla kosmologii, mają dziś badania w podczerwieni. Antarktyda jest doskonałym do tego miejscem, przede wszystkim z uwagi na niską temperaturę. Teleskop i całe otoczenie emitują przecież promieniowanie podczerwone: a im niższa temperatura, tym jest ono słabsze. Na Antarktydzie to utrudniające obserwacje tło jest kilkakrotnie razy „ciemniejsze”. Innym czynnikiem, ograniczającym możliwości obserwacji w podczerwieni, jest absorpcja przez molekuły H_2O (jak też CO_2). Pod tym względem jest tu też wyraźnie korzystniej ze względu na bardzo suchy klimat i niewielką zawartość pary wodnej w atmosferze (jak też na znaczną wysokość nad poziomem morza). Poziom aerosoli atmosferycznych jest też niski, głównie dlatego, że to kontynent niezamieszkały.

Wymieniając korzyści, nie można nie podkreślić faktu, że skoro w rejonach okołobiegunowych ruch dobowy ciał niebieskich zachodzi równolegle do horyzontu, to występuje możliwość nieprzerwanych obserwacji w ciągu całej nocy polarnej (jak też Słońca w ciągu dnia polarnego). Są to jakże sprzyjające okoliczności, gdy chodzi o takie dziedziny badań jak astro- i heliosejsmologia oraz tomografia.



Rys. 10. Sieć sześciu 22 m radioteleskopów w pobliżu Narrabri

I jeszcze o najbliższej i dalszej przyszłości.

Dużo mówiło się w Sydney o będącej w budowie nowej bazie obserwacyjnej „Dome C” (*Concordia*), położonej na wysokości 3250 m n.p.m. Znajduje się ona na płaskowyżu Antarktydy Wschodniej, 1600 km od bieguna południowego w kierunku stacji nadmorskiej Casey. Jest to baza francusko-włoska, ale korzystać z niej będą i inni. Prowadzone przez kilka lat badania wykazały, że miejsce to znakomicie nadaje się do obserwacji, zwłaszcza w podczerwieni; pod wieloma względami przewyższa ono zarówno Mauna Kea na Hawajach, jak i wysokie Andy. I jeszcze jedna uaga. Otóż mówi się, że na Antarktydzie występują silne wiatry (co byłoby niekorzystne dla obserwacji); odnosi się to jednak tylko do wybrzeża. W głębi lądu, na płaskowyżu, jest już zupełnie spokojnie.

To, co dotyczy przedkładanych planów inwestycyjnych, napawa optymizmem. Oto niektóre przykłady.

Przedstawiciel USA (*Office of Polar Programs*) zawiadomił, że w budowie jest 8 m teleskop do badania mikrofalowego promieniowania tła; obserwacje winny rozpocząć się w roku 2007. Planowany jest też teleskop 2 m do obserwacji w podczerwieni, a rozpoczęcie się wkrótce rozbudowa detektora AMANDA do rozmiarów 1 km^3 ! Propozycja z Harvard University dotyczy 30 m teleskopu do obserwacji w falach submilimetrowych. *Anglo-Australian Observatory* wysuwa sugestię ustawienia w nowej bazie („Dome C”) 25 m teleskopu optycznego. Natomiast Uniwersytet Nowej Południowej Walii — pla-

The Magellanic Times

THE NEWSPAPER OF THE INTERNATIONAL ASTRONOMICAL UNION GENERAL ASSEMBLY SYDNEY 2003

Tuesday 18 July

Gaseous Galaxies:
An Australian Discovery

by David Frew and Brett Little

IAU UAI XXV General Assembly
Sydney Convention Network
Sydney 13 - 26 July 2003

Today's issue
Opening Ceremony Video Highlights History & Discussion Points
Access to Journals Made Easy
A preview of the plenary session:
Held Astronomy for Everyone XV
From Head to Toe: Virtual Observatory
Galaxy Self-Phish
A new classification system for double main sequence stars
Galaxy Zoo 2
Empowering Common Causes of Dark Matter - With
Investigating Common Causes of Dark Matter - With

Rys. 11. Codzienna gazeta kongresowa „The Magellanic Times”

cówka australijska najbardziej zaangażowana w rozwój astronomii na Antarktydzie — przystępuje do badań nad przydatnością do obserwacji najwyższego miejsca na płaskowyżu polarnym; nazywane jest ono „Dome A” — 4200 m n.p.m.

* * *

Nie można pożegnać Australii i Antarktyki, nie spojrzałeś na niebo południowe.

Najbardziej znany jest tu oczywiście Krzyż Południa (łac. *Crucis*). Okres najlepszej widoczności tego gwiazdozbioru (na mniejszych szerokościach geograficznych) trwa od marca do sierpnia. W Sydney jest to już gwiazdozbiór niezachodzący, podobnie jak u nas Wielka Niedźwiedzica.

Krzyż Południa ozdabia australijski banknot pięćdziesięciodelarowy, występuje na fladze tego państwa — jak też na flagach Nowej Zelandii, Papui-Nowej Gwinei, Samoa oraz Brazylii.

Dla mieszkańców półkuli południowej niebo nie jest jednak tak łaskawe jak dla nas. W pobliżu północnego bieguna niebieskiego mamy obecnie jasną gwiazdę, informującą nas o stronach świata. Natomiast południowy biegun niebieski przypada w pozbawionej jasnych gwiazd konstelacji Oktant (łac. *Octans*); tu nocą dla określenia stron świata konieczny jest Krzyż Południa.

Na rys. 12 widzimy fragment mapki nieba z Krzyżem Południa około kulminacji górnej (tak wygląda to np. na początku zimy, w czerwcu po zachodzie Słońca). Jeżeli dłuższą oś krzyża przedłużymy około 4,5-krotnie, trafiemy na miejsce południowego bieguna niebieskiego.

Interesujące są też gwiazdy z otoczenia Krzyża Południa. Na lewo od tej konstelacji rzucają się w oczy dwie bardzo jasno świecące: to α i β Centaura. Znana powszechnie jest oczywiście α Cen (trzecia z najjaśniejszych na całym niebie) — ta nasza bliska sąsiadka, której promieniowanie odbieramy „już” po 4,39 latach. W odległości dwóch stopni od niej (4 tarce Księżyca) wyobrazić sobie możemy jej słabiutką towarzyszkę o imieniu Proxima — jej rozbłyski docierają do nas po 4,22 latach.

Natomiast na prawo od Krzyża Południa — też na Drodze Mlecznej — η Carinae. Mówiono o niej w Sydney. Trudno byłoby ją pominąć, bo to jedna z najbardziej zagadkowych gwiazd, jakie znamy. Otoczona jest niezwykłego kształtu mgławicą, będącą konsekwencją wybuchu z roku 1843. Na wykresie Hertzsprunga-Russella zajmowałaby najwyższe miejsce, emitując może nawet milion razy więcej energii niż Słońce. Jej masa to przypuszczalnie jakieś 110 mas Słońca, natomiast utrata masy równoważnej jednemu Słońcu następuje w ciągu kilku tysięcy lat. To zapewne kandydata na supernową.

Przybywającego na półkulę południową może zaskoczyć przebieg ruchu dziennego ciał niebieskich. Poruszają się one oczywiście w płaszczyznach równoległych do płaszczyzny równika niebieskiego — a istota rzeczy w pochyleniu tej płaszczyzny względem płaszczyzny horyzontu. Otóż kąt między tymi płaszczyznami wynosi $90^\circ - \varphi$. Dla Polski, gdzie średnia wartość szerokości geograficznej φ wynosi około 52° , będzie to 38° . Ale dla południa Australii, przyjmując $\varphi = -35^\circ$, na kąt między tymi płaszczyznami otrzymamy 125° . Płaszczyzna równika niebieskiego pochyla się więc ku północy. Zatem Słońce, po wzejściu, kieruje się nie ku południowej — jak u nas — ale ku połnocnej stronie nieba. Toteż w południe promienie słoneczne nadbiegają tam z kierunku północnego! Wpadać więc będą do tych pokoi

w mieszkaniu, których okna wychodzą na północ.

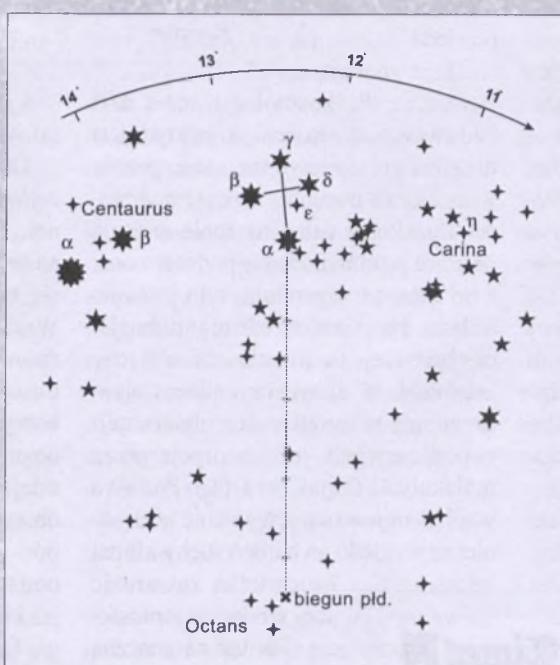
Jakże dobrze znana jest jesienno-zimowa konstelacja Oriona; widzimy ją u nas na południowej stronie nieba. Przez ten gwiazdozbiór (prawie przez sam „pas”) przebiega linia równika niebieskiego. A zatem jeżeli tam, na półkuli południowej, płaszczyzna równika pochyla się w stronę północną, to i Oriona około jego kulminacji górnej szukać trzeba na północy. Ale to jeszcze nie wszystko — będzie on odwrócony! Czerwoną Betelgezę znajdziemy na dole, po stronie prawej, zaś gorącą Rigel na górze (po lewej).

No a „kolebkę” młodych gwiazd

— Mgławica Oriona — jest oczywiście nie pod, ale nad pasem myśliwego. Przenosząc zaś na niebo południowe naszą ilustrację mitologicznego bohatera, stwierdzilibyśmy, że walczy on z bykiem w pozycji „do góry nogami”. No cóż, postacie te powstawały w wyobraźni Greków — a Grecja leży na półkuli północnej.

* * *

Następne spotkanie astronomów odbędzie się w jednym z najpiękniejszych miast Europy, w Pradze. Gdy chodzi o astronomię i fizykę, miasto to pozwalać się może bogatą historią. Tu, w Kościele Tyńskiego od roku 1601 spoczywa Tycho Brahe. W latach 1600-1612 działał Johannes Kepler, tu wykluwały się jego prawa ruchu planet. Christian Doppler, profesor matematyki (1835-1847), w Pradze sformułował swą słynną zasadę. Ernst Mach, fizyk, był profesorem Uniwersytetu Praskiego (1867-1895). Wreszcie najwybitniejsza niewątpliwie postać, Albert Einstein, pracował w Pradze w latach 1911-1912.



Rys. 12. Przedłużając dłuższą oś Krzyża 4,5-krotnie, trafiemy na okolice południowego bieguna niebieskiego

Doc. Tadeusz Jarzębowski jest emerytowanym nauczycielem akademickim Uniwersytetu Wrocławskiego. Jest znany z tego, że na różne kongresy naukowe na świecie i obserwacje zjawisk astronomicznych dociera na rowerze. Na ostatnim Zjeździe PTA został uhonorowany Medalem im. prof. Włodzimierza Zonna przyznawanym za zasługi dla popularyzacji astronomii.

Jak gwiazdy zaćmieniowe pomagają kosmologom,

czyli o odległości do Wielkiego Obłoku Magellana

Skala odległości we Wszechświecie

Mierzenie odległości we Wszechświecie jest jednym z fundamentalnych zadań współczesnej astronomii i — powiedzmy szczerze — należącym do najtrudniejszych. Ustalenie rozmiarów i wieku obserwowanego Wszechświatu poprzez wyznaczenie stałej Hubble'a H_0 z obserwacji cefeid leżących w położonych galaktykach było jednym z trzech priorytetowych projektów na Teleskopie Kosmicznym. Za projektem tym kryje się zespół o wielce wymownej nazwie *Hubble Space Telescope Key Project Team*, kierowany przez amerykańskich astronomów: Wendy Freedman, Roberta Kennicutta i Jermiego Moulda. Zespół ten ogłosił w 2001 r., że zakończył 10-letnią pracę nad wyznaczeniem stałej Hubble'a i podał, że wynosi ona $H_0 = 72 \pm 8$ km/s/Mpc. Chociaż formalnie błąd wynosi przewidywane w projekcie 10%, to kryje się tutaj pewien kruczek. Otóż metody użyte do wyznaczenia tej wielkości opierające się na supernowych typu Ia i II czy relacji Tully-Fishera zostały wyskalowane, z pomocą HST, w zakre-

sie odległości 60-400 Mpc, korzystając z obserwacji cefeid w galaktykach spiralnych wszystkich typów. Cefeidy, czyli radialnie pulsujące nadolbrzymy I populacji, są na tyle jasne, że można je dostrzec za pomocą Teleskopu Kosmicznego w odległościach rzędu ≤ 20 Mpc. Odległości wyznaczone za pomocą cefeid tradycyjnie są skalowane odlegością do Wielkiego Obłoku Magellana (LMC), który traktuje się jako swoisty punkt odniesienia w kosmicznej skali odległości. Tego satelitę naszej Drogi Mlecznej wybrano w tym celu nieprzypadkowo, gdyż jest położony relatywnie blisko, a ponadto zawiera pokaźną liczbę wszelkiego rodzaju gwiazd pulsujących pozwalających na wyskalowanie punktu zerowego zależności okres-jasność-kolor. Okazuje się jednak, że odległość do samego LMC wciąż stanowi przedmiot debaty wśród astronomów. Różne metody, a co dziwniejsze te same metody, lecz użyte przez różnych uczonych, dają znaczco różbiejące wyniki. Można by tu powiedzieć, że są dwa obozy. Jeden, do którego należy zespół wyznaczający stałą Hubble'a na HST, opowiada się

Dariusz Graczyk



za tzw. daleką skalą odległości, która odpowiada odległości do LMC równej 50 kpc. Przekłada się to na moduł dy-stansu równy $m - M = 18,50$. Większość tego obozu tworzą uczeni wyznaczający odległość za pomocą gwiazd pulsujących, to jest: cefeid oraz Mir, a także z pomiarów najjaśniejszych przedstawicieli gałęzi olbrzymów (TRGB) i modelowych dopasowań do ciągu gorących podkarłów. Drugi obóz przekonuje do tzw. bliskiej skali odległości, która odpowiada odległości 45 kpc ($m - M = 18,25$). Za mniejszą odlegością do LMC opowiadają się generalnie uczeni wykorzystujący gwiazdy pulsujące RR Lyr oraz metodę *red clump* (na marginesie, jak to ładnie określić po polsku?!). Jest tutaj polski akcent, gdyż w tym obozie znajduje się silna grupa astronomów z zespołu OGLE prowadzona przez A. Udalskiego. Jeśli uznać bliską skalę odległości, to stała Hubble'a musiała być większa i równa około 81 km/s/Mpc. To odpowiadałoby większemu tempu eksploracji (czyli wzrostu czynnika skalującego) przy odpowiednio mniejszym wieku obserwowanego Wszechświata. Ogólnie rozbieżności w ocenach odległości do LMC sięgają ponad 30% i obecnie trudno jest twierdzić, że odległość tę znamy z dokładnością 5%, jak to założył zespół wyznaczający stałą Hubble'a. Jest dużo bardziej prawdopodobne, że tę odległość znamy nie lepiej niż z błędem 10% (patrz rys. 1). W związku z tym błąd wyznaczenia stałej Hubble'a jest chyba na pewno większy niż ten, który anonsowano i wynosić może 15%.

Skąd te rozbieżności? Przede wszystkim okazuje się, że własności gwiazd w LMC różnią się od tych z bliskiego otoczenia Słońca czy w ogóle Drogi Mlecznej. Wynika to z różnej metaliczności gwiazd w obu galaktykach. Gwiazdy w LMC zawierają znacznie mniej pierwiastków cięższych od wodoru i helu niż gwiazdy typu słonecznego i przypominają ekstremalnie stare gwiazdy II populacji w naszej Galaktyce. I tu jest przyczyna problemów, gdyż relacja jasność absolutna — okres dla gwiazd pulsujących zależy od metaliczności, w szczególności istotnie zmienia się punkt zerowy skali. Zależność ta dla cefeid, które dotąd były preferowane jako wskaźniki odległości, nie jest do końca znana.

Bezpośrednie wyznaczanie odległości

Aby wykalibrować zależność jasności absolutnej cefeid od metaliczności, należałyby w niezależny sposób wyznaczyć odległość do przynajmniej jednego z Obłoków Magellana. Przez pewien czas pojawiła się nadzieję, gdy odkryto echo świetlne wokół supernowej 1987A w LMC. Okazało się jednak, że odległość wyznaczona z analizy ekspansji echa zależy istotnie od przyjętych założeń co do geometrii otoczki i daje rozbieżne rezultaty. Najprościej byłoby zmierzyć odległość bezpośrednio, wykorzystując metodę paralaksy trygonometrycznej. Orbita Ziemi jest widziana z LMC pod kątem zaledwie $20 \mu\text{s}$ łuku. Niemniej jednak nawet tak mała paralaksa będzie możliwa do zmierzenia z dokładnością około 5% dzięki niezwykle precyzyjnej astrometrii wszystkich gwiazd nieba do jasności około $V = 20$ mag., jaka ma być wykonana przez satelitę o nazwie *Space Interferometry Mission* (SIM). Na wyniki tej misji trzeba będzie jednak jeszcze poczekać co najmniej 10 lat — jej początek planowany jest na rok 2009 (patrz „*Urania-PA*” 4/2001, s. 159). Czy pozostaje więc tylko oczekiwanie na rezultaty przyszłych astrometrycznych misji kosmicznych, takich jak SIM, GAIA czy FAME?

Istnieje inna metoda pomiaru odległości, również geometryczna i do tego prawie bezpośrednią. Użyłem słowa „prawie” rozmyślnie, gdyż wymaga ona w odróżnieniu od paralaksy trygonometrycznych pewnego dodatkowego kroku, jakim jest wyznaczenie jasności powierzchniowej badanej gwiazdy. Ta metoda wykorzystuje spektroskopowo podwójne rozdzielone gwiazdy zmienne zaćmieniowe. Przez słowo „rozdzielone” rozumie się, że składniki są wciąż dość głęboko wewnątrz swoich powierzchni krytycznych Roche'a i nie nastąpiły dotąd epizody wymiany masy pomiędzy nimi. W widmie takiej zmiennej obserwujemy linie pochodzące od obydwu składników, więc możemy wyznaczyć ich orbity spektroskopowe (rozwiązać krzywe prędkości radialnych), a stąd znaleźć stosunek ich mas oraz rzeczywistą separację pomiędzy nimi z dokładnością do sinusa kąta nachylenia orbity układu. Obserwując zmiany jasności takiego układu i kompletując je w formie krzywej blasku, możemy po-

przez jej analizę otrzymać informację o względnych rozmiarach składników i kącie nachylenia orbity. Łącząc to z informacjami spektroskopowymi, otrzymujemy rzeczywiste, fizyczne rozmiary obu gwiazd. Do tego miejsca jest to metoda czysto geometryczna. I teraz dopiero zaczynają się różne jej warianty.

Statystyczna metoda paralaks gwiazd zaćmieniowych

Podstawy teoretyczne metody wyznaczania odległości w oparciu o gwiazdy zaćmieniowe zostały zaproponowane przez J. Stebbinsa już w 1910 r. Co prawda w praktyce zastosował on jej „odwrotny” wariant. Zakładając, że odległość do danego układu zaćmieniowego jest znana, wyznaczał jasności powierzchniowe składników takiego układu wyrażone w jednostkach jasności powierzchniowej Słońca. Dotyczyło to Algola i β Aur, których paralaksy były już w tym czasie dość dobrze znanne. Przez dłuższy czas używano układów zaćmieniowych właśnie w tym celu. W zasadzie pierwszą praktyczną próbą użycia gwiazd zaćmieniowych do wyznaczania odległości były prace Siergieja Gaposchkina z końca lat 30. Lecz dopiero na przełomie lat 60. i 70. Gaposchkin i, niezależnie, Tadeusz Dworak dość spektakularnie użyli statystycznego wariantu tej metody do określenia odległości do obu Obłoków Magellana oraz M31. Pomimo tego, że ich analiza obfitowała w wiele upraszczających założeń, otrzymane przez nich rezultaty są zaskakująco zbieżne z najbardziej dokładnymi obecnymi wyznaczeniami odległości do tych trzech obiektów. Najbardziej zdumiewające w tym wariantie metody jest jednak to, że aby określić rzeczywiste (lub inaczej mówiąc: absolutne) rozmiary układu zaćmieniowego, nie są wcale potrzebne prędkości radialne obu składników! Aby obliczyć półosię wielką układu, wystarczy znać okres orbitalny układu, który może być wyznaczony bardzo dokładnie z obserwacji fotometrycznych. Obie te dynamiczne wielkości są związane poprzez trzecie prawo Keplera z całkowitą masą układu. Jeśli teraz w naszej analizie przyjmiemy pewną statystyczną zależność łączącą masę gwiazdy i jej dzienność promieniowania (np. relacja Eddingtona dla karłów ciągu głównego — patrz rys. 2), to możemy „wyznaczyć”

cały zestaw parametrów „fizycznych” obu składników układu pod warunkiem, że w jakiś sposób oszacujemy jasność powierzchniową składników, np. przez określenie temperatury efektywnej. Porównując następnie jasność absolutną z jasnością obserwowaną, możemy określić odległość do układu. Obecnie takie podejście ma jedynie wartość historyczną, choć należy nadmienić, że wariant tej metody może być użyty do szybkiego i dość dokładnego określenia fizycznych parametrów składników wielu układów zaćmieniowych jednocześnie, pod warunkiem, że odległość do nich jest znana — leżą na przykład w jednej gromadzie gwiazd lub galaktyce — oraz posiadają jednorodną i dobrą jakość fotometrię.

Kalibracja temperatury efektywnej

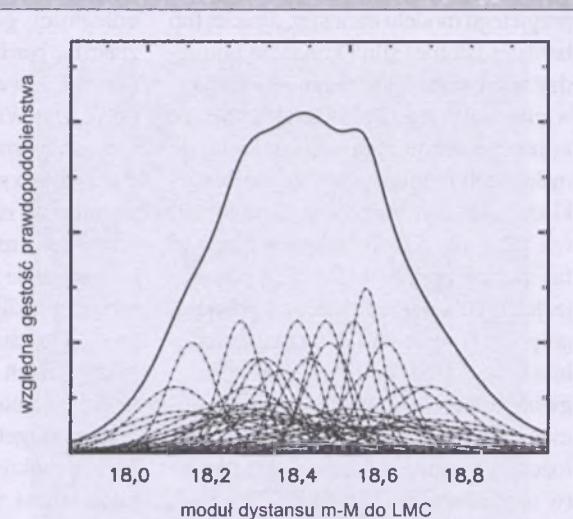
Opisana wyżej metoda statystyczna nie ma żadnej wartości, jeśli chcemy znać dokładną odległość do pojedynczego układu zaćmieniowego. Używane dzisiaj warianty polegają na wyznaczaniu indywidualnych odległości do konkretnych układów, co przy ich dużej liczbie może pozwolić zbudować swego rodzaju trójwymiarową mapę rozkładu materii w obiekcie, w którym leżą badane układy. We wszystkich tych wariantach istotne jest określenie jasności powierzchniowej obu składników układu. Klasyczne podejście stosowane przez niektórych badaczy polega na użyciu kalibracji pomiędzy temperaturą efektywną gwiazdy a jej typem spektralnym lub indeksem barwy. Szczególnie popularny, choć niestety nie ze względu na swoje zalety, lecz powszechność, jest kolor (B-V). Jeżeli znamy poczerwienienie międzygwiazdowe w kierunku danej gwiazdy zaćmieniowej, możemy łatwo policzyć jasność powierzchniową obu gwiazd. Mnożąc to przez ich powierzchnię, otrzymujemy całkowitą jasność układu w wybranej długości fali. Porównując następnie z jasnością obserwowaną, prosto znajdujemy odległość.

Ten sposób wyznaczenia jasności powierzchniowej jest jednak mało dokładny, zależy od znajomości nadwyżki barwy E(B-V) oraz od kalibracji temperatury efektywnej. Takich kalibracji jest kilka naście i znaczco różnią się one między sobą dla gorących i bardzo chłodnych gwiazd. Tę metodę zastosowano jak dotąd do obu Obłoków Magellana, jed-

nak ze znacznym rozrzutem wyników. Metoda ta może mieć pewne znaczenie, jeżeli odległość wyznaczmy z istotnej statystycznie próbki gwiazd zaćmieniowych — będzie to rodzaj paralaksy statystycznej. W ten sposób ostatnio, z dość dużą precyzją 5%, wyznaczono odległość do Małego Obłoku Magellana. Średnia z 10 użytych gwiazd zaćmieniowych dała moduł dystansu do tej galaktyki równy $m - M = 18,92 \pm 0,10$ (60,8 ± 2,9 kpc), a więc bardzo bliski wartości, która najczęściej jest przyjmowana obecnie. Jednak jak w przypadku wszystkich statystycznych metod pomiaru odległości (metoda oparta na cefeidach jest również tego przykładem), poziom błędu systematycznego jest trudny do oszacowania, co znaczco komplikuje interpretację takiego wyniku.

Teoretyczne modele atmosfer gwiazdowych

Inny, mniej banalny, lecz znacznie bardziej skomplikowany sposób zaproponował zespół astronomów z Uniwersytetu Villanova w USA prowadzony przez Edwarda Guinana. Ten wariant metody wykorzystuje absolutną, pozato atmosferyczną spektrofotometrię danego układu zaćmieniowego w zakresie ultrafioletowym i optycznym, czyli mówiąc inaczej, obserwowany rozkład energii w widmie (SED). Korzystając z zaawansowanego pakietu modeli atmosfer o nazwie ATLAS 9, uzyskuje się najlepsze dopasowanie modelowe do rozkładu energii, biorąc jako parametry wejściowe m.in. tzw. czynnik osłabienia blasku (ang. *attenuation factor*), temperaturę efektywną jednej z gwiazd oraz poczerwienienie w tym kierunku. Temperatura efektywna drugiej gwiazdy jest znana z rozwiązania krzywej blasku poprzez skalowanie temperaturą pierwszej (na ogólnie gorętszej) gwiazdy. Znając czynnik osłabienia blasku, równy (R



Rys. 1. Rozkład krzywej prawdopodobieństwa na prawdziwą wartość modułu dystansu do Wielkiego Obłoku Magellana. Otrzymany został ze złożenia kilkudziesięciu (sic!) pomiarów odległości do LMC wykonanych przez różnych autorów z wykorzystaniem wielu niezależnych metod (linie kropkowane). Maksimum prawdopodobieństwa leży w pobliżu wartości $m - M = 18,4$ (ok. 47 kpc). Zwraca uwagę wielki rozrzut odległości mierzonych do LMC oraz fakt, że krzywa nie daje się przedstawić za pomocą pojedynczego rozkładu gaussa

D)², możemy już bezpośrednio policzyć odległość D , znając promień gwiazdy R . Tutaj jasność powierzchniowa pojawia się jedynie pośrednio w czasie analizy wykorzystującej teoretyczne strumienie energii z jednostki powierzchni gwiazdy, obliczone na podstawie modelu atmosfery. Korzystając z tej metody, wyznaczono z bardzo dużą dokładnością siegającą aż 3% indywidualne odległości do trzech gwiazd zaćmieniowych w Wielkim Obłoku Magellana, to jest w kolejności chronologicznej: HV 2274, HV 982 oraz EROS 1044. Wszystkie te układy zawierają masywne karły ciągu głównego typu B1-2, a ich jasność wpada w zakresie $V = 14-15$ mag. Pierwszy wynik uzyskany dla HV 2274 początkowo przemawiał za bliską skalą odległości do LMC ($D = 46$ kpc). Ale rezultaty otrzymane dla dwóch dalszych układów skomplikowały sprawę, zamiast ją uprościć. Okazało się, że pomimo głoszonej przez zespół z Villanova wielkiej indywidualnej dokładności pomiaru, istnieje znaczący rozrzut pomiędzy wynikami. Średnia z tych trzech wynosi 47,8 kpc, co jest wartością leżącą mniej więcej w środku pomiędzy bliską i daleką skalą odległości. Czyżby salomonowy wyrok w kwestii problemu odległości do LMC?

Sprawa jest jednak nadal otwarta. Problemem tej metody jest zależność od

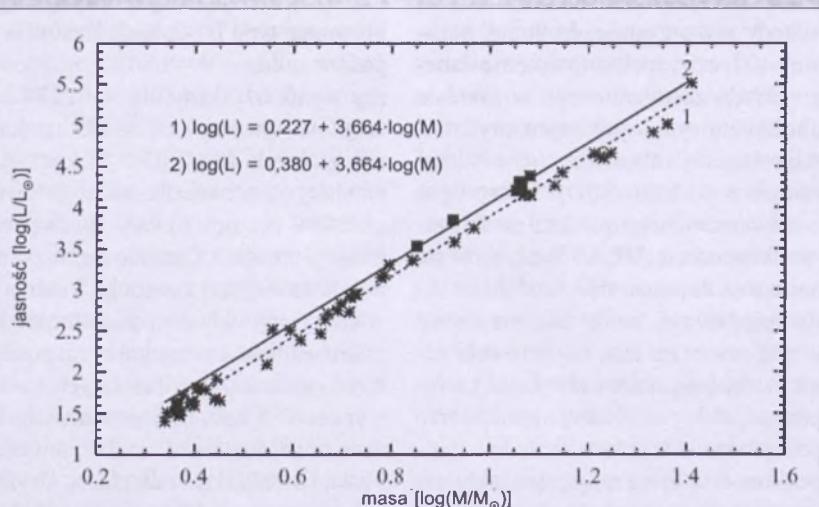
przyjętego modelu atmosfer, a także, (co bardziej istotne) silna korelacja pomiędzy wyznaczoną temperaturą a poczerwienieniem międzygwiazdowym. Tę korelację autorzy metody starają się maksymalnie zmniejszyć, używając rozkładu energetycznego widma w możliwie jak najszerzym zakresie długości fal. Jednak przykład HV 2274 pokazuje, jak wynik może zależeć od przyjętego poczerwienienia lub strategii modelowania. Otóż dla tej jednej tylko gwiazdy, opierając się na tej samej fotometrii i spektroskopii, jej moduł odległości ogłaszano kolejno jako równy (w nawiasie rok): 18,54 (1997); 18,42; 18,30; 18,22 (1998); 18,40 (2000); 18,42 (2001) i wreszcie 18,36 (2002). Wydaje się więc uzasadnione, by sądzić, że mimo pozornie bardzo dużej dokładności metoda ta posiada pewien znaczący, lecz trudny do ustalenia poziom błędu systematycznego. Rozbieżności pomiędzy dotychczasowymi wynikami mogą być jeszcze inaczej interpretowane. Być może Wielki Obłok Magellana ma znaczącą grubość optyczną, większą niż to do tej pory zakładano. Przyjmuje się obecnie, że Wielki Obłok pomimo największych rozmiarów liniowych ma znacznie mniejszą grubość w kierunku linii widzenia niż Mały Obłok. Ten drugi w wyniku silnego oddziaływanie płynowego naszej Galaktyki, kiedy przechodził w jej pobliżu jakieś 100 mln lat temu, jest znaczco zdeformowany, a dodatkowo powstał most materii łączący bezpośrednio obie galaktyki. Jest to główny powód preferowania Wielkiego Obłoku jako punktu odniesienia w skali

odległości, gdyż uważa się, że jest on znacznie bardziej zwarty niż jego „mały” brat. Możliwe jednak, że nasze rachuby dotyczące Wielkiego Obłoku są mylne i jest on również znacznie zdeformowany. Byłby to spory kłopot, chociaż przyjmniej w części tłumaczyły to obserwowane rozbieżności wyznaczanych odległości do tej galaktyki. Zespół z Uniwersytetu Villanova planuje określenie precyzyjnych odległości do jeszcze około 20 innych układów zaćmieniowych w ciągu najbliższych 5–7 lat w obu Obłokach Magellana. Powinno to pozwolić lepiej określić błędy systematyczne, jakie wnosi ta metoda oraz odpowiedzieć na pytanie, jaki jest rzeczywisty kształt i orientacja przestrzenna (czy też rozkład materii świecącej) tych satelitarnych galaktyk.

Bezpośrednia kalibracja jasności powierzchniowej

Rozważania na temat wyznaczania odległości za pomocą gwiazd zaćmieniowych chciałbym zakończyć opisem jeszcze innego wariantu metody, który jest najprostszy, najbardziej bezpośredni, z którym można wiązać duże nadzieje i którego gorącym orędownikiem jest Bohdan Paczyński z Uniwersytetu Princeton. Otóż można wykorzystać bezpośrednią kalibrację jasności powierzchniowej gwiazdy w zakresie V w funkcji normalnego indeksu barwy, otrzymaną z analizy gwiazd, których promienie kątowe zostały zmierzone bezpośrednio interferometrami pracującymi w zakresie optycznym lub bliskiej podczerwieni. Pod koniec lat 60. trwały próby z ko-

lorem (B-V), a w latach 70. zaproponowano kolor (V-R). Opierając się na takiej kalibracji jasności, Claud Lacy w serii prac z lat 70. obliczył odległości do około 60 gwiazd zaćmieniowych w naszej Galaktyce. Ostatnio (1998) zaproponowano jeszcze inną kalibrację opartą na indeksie barwy (V-K). Taka kalibracja istnieje dla karłów i olbrzymów typów widmowych A, F, G i K. Jest ona bardzo słabo zależna zarówno od poczerwienienia, jak i metaliczności. To stanowi bardzo szczerą okoliczność. Są jednak pewne kłopoty. Po pierwsze metoda wciąż zależy od wyznaczenia E(B-V) oraz stosunku ekstynkcji całkowitej do selektywnej oznaczanej zwykłym R. Otóż R typowo w naszej Galaktyce wynosi 3,1, może się jednak zmieniać dość znacznie w zależności od kierunku. Przyjmowanie typowej wartości R może prowadzić do pewnych (niewielkich na szczęście) błędów systematycznych. Po drugie, i ważniejsze, karły typów A, F są z odległości LMC widziane jako słabe gwiazdy, w najlepszym razie mające jasność V = 20 mag. Dla tak słabych gwiazd trudno jest uzyskać wysokiej jakości krzywe blasku i prędkości radialnych, które zapewnić mogły dokładność wyznaczenia odległości z błędem nie przekraczającym 5%. Gdyby istniała dobra kalibracja tego rodzaju dla gwiazd gorętszych typu B, sprawa byłaby prosta. Pomiary interferometryczne średnic kątowych jasnych gwiazd B były wykonane już z góra 30 lat temu przez Hunbury Brown za pomocą interferometru o bazie 187 m i pracującego w zakresie niebieskim widma. Jednak wykonano je dla niewielu najjaśniejszych gwiazd (limit V = 2,5 mag.) i do tego gwiazd często silnie poczerwienionych. Problem, jaki się tu pojawia, to bardzo małe średnice kątowe tych gwiazd. Dopiero obecnie ruszają takie interferometry naziemne jak VLTI, o docelowej bazie co najmniej 200 m, czy CHARA o przewidywanej bazie aż 300 m, które będą w stanie je mierzyć z większą dokładnością niż ta, jaką osiągnięto 30 lat temu. Pierwsze jaskółki możliwości VLTI zostały już zaprezentowane, a najbardziej spektakularny z ogłoszonych do tej pory wyników dotyczy pomiaru kształtu Achernara — szybko rotującej gwiazdy szelowej typu B5V. Okazało się, że spłaszczenie tej gwiazdy jest zadziwiająco duże i wynosi aż 1/1,85, a to dzięki pomiarom roz-



Rys. 2. Zależność masa-jasność dla składników rozdzielonych układów podwójnych z naszej Galaktyki (gwiazdki) oraz z układów z Wielkiego Obłoku Magellana (kwadraty). Masy i jasności wyrażone są w masach i jasnościach Słońca

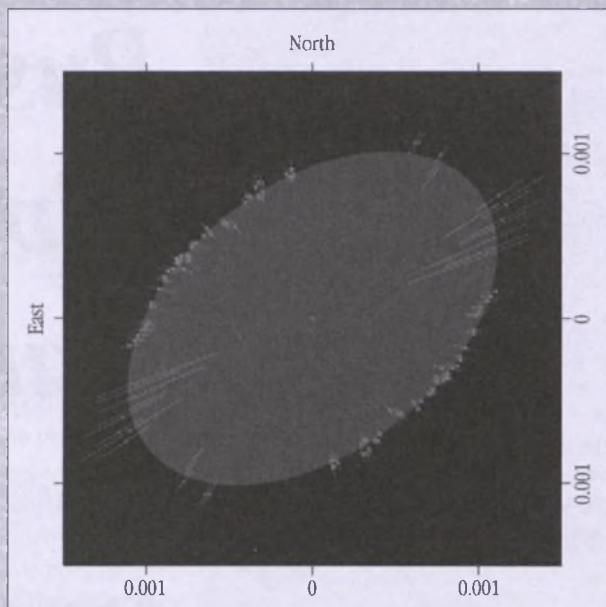
miarów kątowych wykonanym z dokładnością względną 2% (rys. 3). Jednak oba interferometry będą pracować głównie (jak na razie) w zakresie bliskiej podczerwieni, co ograniczy możliwości wykonania przez nie dokładnych pomiarów do średnic kątowych powyżej 0,5 mas. Gwiazd na niebie o typie widmowym B, które miałyby średnice kątowe większe od tego limitu, jest tylko kilka-ńska. Zdecydowana większość z nich ma już pomierzone średnice kątowe, czy to stosując interferometrię długobazową czy też z obserwacji ich zakryć przez Księżyce, jednak ze stosunkowo dużymi błędami. Ponadto część z nich to nadolbrzymy, które są silnie poczerwienione, a ponadto posiadają pewne osobliwości jak silne, gęste wiątry czy jasne plamy na powierzchni. Dlatego dopóki oba interferometry nie ruszą na 100% swoich możliwości, dopóty dość trudno będzie budować dokładną (i statystycznie istotną) kalibrację na tak ograniczonym materiale obserwacyjnym.

Można by sprawić kalibracji potraktować jeszcze inaczej — wykorzystać zaćmieniowe układy podwójne, w których oba składniki są typu B lub wcześniego A. Te układy, które mają separacje większe niż około 0,5 mas, mogłyby być rozdzielone przez interferometry naziemne. Co dalej? Otóż znając z rozwiązania krzywej blasku promienie względne obu składników (wyrażone w jednostkach ich separacji) i mierząc ich separację kątową na niebie, można by bezpośrednio otrzymać średnice kątowe tych gwiazd — zazwyczaj będą one wyraźnie mniejsze od nominalnej zdolności rozdzielczej interferometru. Tu pojawia się jednak kolejny problem, gdyż układów zaćmieniowych, które by spełniały wyżej podane kryteria, jest niezmiernie mało, dosłownie kilka na całym niebie. Pewna nadzieja pojawia się wraz z automatycznymi fotometrycznymi przeglądami całego nieba. Kilka takich projektów jest w toku (a kilka następnych jest planowane) m.in. All Sky Automatic Survey (ASAS) prowadzony przez Grzegorza Pojmańskiego z Uniwersytetu Warszawskiego, który w zamierzeniu ma prowadzić stały monitoring południowego nieba wszystkich obiektów jaśniejszych niż około 14 mag. (patrz „Urania-PA” 4/2001, s. 185). Jest nadzieję, że ten oraz inne podobne projekty pozwolą znaleźć kolejne jasne układy podwójne zaćmieniowe zawie-

rające gorące składniki typu B. Na razie jednak żadnego takiego nowego układu nie wykryto. Pojawia się znowu pytanie, czy czekać na wyniki pomiarów interferometrycznych i przyszłą kalibrację jasności powierzchniowej dla najgorętszych gwiazd?

Rozwiązańem może być użycie układów zaćmieniowych zawierających składniki typu F, G lub K, z których przynajmniej jeden byłby olbrzymem i na tyle dużej separacji pomiędzy nimi, że pozwalałoby to

użyć istniejącą już kalibrację dla tych gwiazd. Układy takie są znacznie rzadsze niż układy zawierające karły ciągu głównego, ale są na tyle jasne, że z odległości 50 kpc świecą jako obiekty o V ~17-18 mag. A to jest już wystarczające. Na 1460 gwiazd zaćmieniowych zidentyfikowanych przez zespół OGLE w Małym Obłoku Magellana w 1998 r. jedynie cztery układy spełniają tego typu kryteria, a na 2580 gwiazd zaćmieniowych wykrytych w Wielkich Obłokach Magellana (2003) tylko pięć. Ich okresy zawierają się w przedziale od około 75 do 400 dni. Jak do tej pory istnieje tylko jeden przykład wykorzystania trochę podobnego układu zawierającego dość zaawansowany ewolucyjnie składnik i znajdującego się w gromadzie kulistej ω Cen. Układ ten — OGLEC 17 — posłużył ponadto do określenia górnego i dolnego limitu na wiek tej największej i jednej z najstarszych w naszej galaktyce gromady kulistej. Dla Obłoków Magellana nikt jak dotąd nie wykorzystał tej możliwości. Oczywiście, poza znalezieniem odpowiednich kandydatów należy jeszcze wykonać ich obserwacje w bliskiej podczerwieni w filtrze K oraz wysokiej jakości spektroskopię, która pozwoliła by zmierzyć z dokładnością względną około 2% amplitudy połówkowe prędkości radialnych. W przypadku tych czterech układów w Małym Obłoku oznaczało-



Rys. 3. Próbka możliwości interferometru na VLT: kształt gwiazdy Achernar (α Eri). Punkty przedstawiają indywidualne pomiary wraz z błędami, które są poniżej 0,1 mas! (Na obu osiach rozmiary kątowe wyrażone są w mas, czyli 0,001 sekundy łuku)

by to dokładność docelową około 600 m/s. Na szczęście obecnie półkula południowa (a właściwie jedno miejsce — Chile) posiada kilka teleskopów klasy 6-8 m, które są w stanie bez większych problemów osiągnąć taką dokładność nawet dla gwiazdy V~18 mag. w czerwonym zakresie widma. Po teście tej metody dla Małego Obłoku można by zastosować ją również do Wielkiego Obłoku, a potem dla paru innych członków Lokalnej Grupy galaktyk. Mam tu na myśli przede wszystkim M31 i M33. Do tego dochodzą tysiące innych układów znalezionych w ramach projektów MACHO i EROS. Jest więc z czego wybierać kolejnych kandydatów i mamy nadzieję, że znalezione układy pozwolą rozwiązać debatę wokół odległości do Wielkiego Obłoku Magellana, co pozwoli uściślić wyznaczenie stałej Hubble'a i poszerzyć naszą wiedzę o wieku i rozmiarach naszego Wszechświata.

Dariusz Graczyk doktorował się w Centrum Astronomii Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu z dziedziny gwiazd podwójnych zaćmieniowych. Obecnie pracuje jako nauczyciel fizyki w IV LO w Toruniu.

Puste ogniska eliptycznych orbit planetarnych

*Wykład prof. Antoniego Opolskiego
na uroczystości jubileuszu Jego
90-lecia, 13.06.2003. Opracowany
do druku przez Barbarę Cader-Srokę*

Planety, gwiazdy wędrujące, budziły zawsze duże zainteresowanie astronomów starożytnej Grecji. Wyznaczano ich drogi wśród gwiazd stałych i starano się przewidywać przyszłe pozycje tych ciał. Wkrótce jednak zrozumiano, że same obserwacje pozycji planet i wyznaczanie prędkości przesunięć nie wystarczają do określenia ich ruchów przestrzennych. Rys. 1 przedstawia planetę P poruszającą się z prędkością liniową v , styczną do jej orbity. Planeta jest obserwowana z punktu O, znajdującego się w odległości $PO = r$, zwanej promieniem wodzącym planety. Przy dużych długościach r , prędkość kątowa planety, u , czyli prędkość obrotu promienia wodzącego r , jest określona zależnością:

$$u = v \cos \alpha / r,$$

gdzie α jest kątem odchylenia kierunku prędkości v od kierunku prostopadłego do r , ponieważ tylko ta składowa prędkości v określa zmianę pozycji planety. Natomiast obserwacje nie dostarczają żadnych informacji o zbliżaniu się lub oddalaniu planety od obserwatora O, czyli o zmianach długości promienia wodzącego r . Ewentualne zmiany jasności planety, wywołane tym czynnikiem, nie były brane pod uwagę i składowa radialna prędkości v pozostała nieznana. Dlatego uznano, że prócz obserwacji pozycji planet, koniecznym jest przyjęcie ogólnej zasady określającej prawa ruchu tych ciał w przestrzeni. Taką zasadą, która przez 2000 lat obowiązywała w astronomii starożytnej i średniowiecznej, był postulat Platona.

Wielki filozof grecki Platon (427–347 p.n.e.) stworzył koncepcję doskonałego świata idei, wiecznego i niezmiennego.

Jako ruch idealny uznał ruch jednostajny po okręgu. Ruch taki trwa wiecznie, nie ma początku ani końca, nie wymaga nieskończonej przestrzeni, tylko nieskończonego czasu. Jednostajność i niezmienność tego ruchu nie wyróżnia żadnych faz czy momentów czasu. Te atrybuty idealnego ruchu platońskiego odpowiadały astronomom greckim, którzy wkrótce przyjęli je jako wzorce dla ruchu ciał niebieskich. Według ówczesnych poglądów właśnie na niebie powinien realizować się postulat Platona, zwłaszcza że potrafiono uzgodnić go z obserwacjami. I tak stworzono obraz Świata jako kulę złożoną ze sfer koncentrycznych. Sfery te obracały się jednostajnie, a okresy ich obrotów malały w miarę zbliżania się do środka Świata. Najszybciej wirowała zewnętrzna sfera gwiazd stałych, wykonująca jeden obrót w czasie jednej doby gwiazdowej. Bliżej środka znajdowała się sfera Słońca. Jej obrót był ok. 4 min dłuższy. Jeszcze bliżej była sfera Księżyca — obrót prawie o 1 godz. dłuższy. Było więc oczywiste, że Ziemia, która znajdowała się w samym środku Świata, już się nie obracała, tylko pozostawała nieruchoma, co zresztą każdy osobicie stwierdzał.

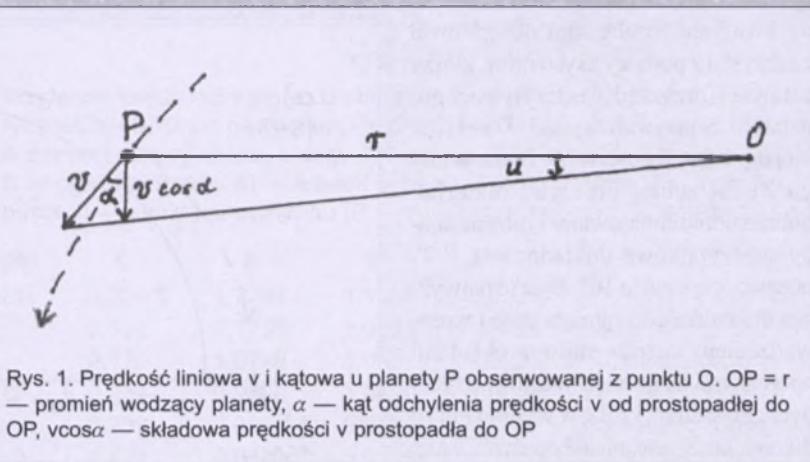
Podobnie postulat Platona zastosowano do tworzenia modeli ruchu planet przy pomocy okręgów mimośrodowych i epicykli, uzyskując zgodność z obserwacjami, chociaż z przewidywaniem przyszłych pozycji tych ciał zawsze były trudności. Ważnym etapem ustalania elementów orbity było wyznaczanie środka okręgu, po którym planeta prześuwała się jednostajnie. Środek ten wyróżniał się tym, że z niego planeta była widoczna jako punkt poruszający się ze



Prof. Antoni Opolski przed wejściem do głównego budynku Instytutu Astronomii we Wrocławiu (rok 1962)

swoim promieniem wodzącym ze stałą prędkością kątową u , a więc zakreślający łuki okręgów o długości proporcjonalnej do czasu. Ta właściwość środka okręgu ułatwiała wyznaczenie jego położenia na podstawie trzech odpowiednich obserwacji. Później Ptolemeusz (100–160?) przy wyznaczaniu elementów orbit planet górnych korzystał z dodatkowego punktu zwanego ekwantem. Punkt ten posiadał cechę środka orbity, czyli promienie wodzące wychodzące z niego obracały się ze stałą prędkością kątową, chociaż sam punkt znajdował się w pewnej odległości od środka orbity. Ekwanty spełniały ważną rolę przy obliczaniu elementów orbit. W skomplikowanych modelach orbit, z użyciem epicykli, ekwant był przyjmowany w pierwszym przybliżeniu za środek orbity i przy tym założeniu wyznaczano pozostałe elementy, które jednak nie dawały pełnej zgody z obserwacjami. Wtedy stosowano opracowane metody poprawiania elementów, aby w drugim lub trzecim przybliżeniu uzyskać pełną zgodość z danymi obserwacyjnymi. O tym, jak istotnym było korzystanie z ekwantu, świadczy fakt, że gdy w 1900 r. podano metodę obliczania elementów orbity bez pomocy dodatkowego punktu, jakim był ekwant, okazało się koniecznym rozwiązywanie równania 8 stopnia.

Kopernik przeprowadził radykalną zmianę układu planetarnego geocentrycznego na heliocentryczny, ale zachował postulat Platona. Jedyną zasadę, którą przyjął w swoich pracach, sformułował następująco: *Ruch ciał niebieskich jest jednostajny, kolisty lub z ruchów kolistych złożony*. Zastosowanie tej zasady przedstawimy na modelu orbity planety górnej podanym w dziele Kopernika *De Revolutionibus* (1543 r.). Rys. 2a przedstawia połowę orbity kolistej o środku M. Średnica tej orbity prze-



Rys. 1. Prędkość liniowa v i kątowa u planety P obserwowanej z punktu O. $OP = r$ — promień wodzący planety, α — kąt odchylenia prędkości v od prostopadłej do OP, $v \cos \alpha$ — składowa prędkości v prostopadła do OP

chodzi przez środek orbity Ziemi, zwany mylącą słońcem średnim S_{sr} . Punkt ten był stałym punktem odniesienia dla wszystkich orbit wyznaczonych przez Kopernika. Natomiast Słońce rzeczywiste S nie występowało w tych obliczeniach, za wyjątkiem orbity Ziemi. Odległość między punktami S_{sr} i S wyznaczył Kopernik na 0,0322 jednostki astronomicznej (j.a.), a kierunek $S_{\text{sr}} - S$ w systemie długości stosowanym przez Kopernika przy obliczaniu orbit wynosił $\lambda = 71^{\circ}03'$. Poprawne wartości tych wielkości powinny być odpowiednio: 0,0336 j.a. i $\lambda = 68^{\circ}44'$. Po orbicie przedstawionej na rys. 2a porusza się środek epicyklu F, po którego obwodzie przesuwa się planeta P. Środek F i planeta P poruszają się jednostajnie tak, że jednakowe kąty MFP i FMAg wzrastają proporcjonalnie do czasu t , a współczynnikiem proporcjonalności jest stała prędkość kątowa u . Kąty te wynoszą więc ut , gdzie czas t liczony jest od momentu, gdy planeta P znajdowała się w apogeum Ag, a oba kąty wynosiły 0° . Po przeciwnej stronie apogeum Ag znajduje się perygeum Pg, do którego planeta dojdzie po przejściu połowy orbity. Na omawianej średnicy znajduje się też ekwant E w odległości od środka M równej promieniowi epicyklu $ME = FP$.

Kopernik korzystał z ekwantu, chociaż nie używał tej nazwy (por. „Urania-PA” 4/99). Jeżeli połączymy punkty E i P, to linia ta będzie równoległa do MF i przez cały czas ruchu planety przy jednakowym wzroście kątów MFP i FMAg zachowuje tę równoległość. Dlatego kąt PEAg wzrasta również jednostajnie i wynosi tak, jak kąty poprzednio omawiane, ut. W wyniku tej konstrukcji punkty F, M, E, P tworzą trapez równoboczny, który w czasie ruchu planety zmienia kształt wskutek zmiany kątów i długości boku EP. Ponieważ EP jest promieniem wodzącym planety i obraca się ze stałą prędkością kątową, więc możemy stwierdzić, że punkt E spełnia warunek stawiany ekwantom. Natomiast sama planeta P, w wyniku złożenia dwóch ruchów doskonałych, porusza się po krzywej zbliżonej do okręgu o środku N — na rys. 2a linia przerywana. Prędkość planety wzrasta przy przejściu od Ag do Pg w wyniku zmiany kierunku jej obrotu po epicyklu, z przeciwnego na zgodny z kierunkiem ruchu środka epicyklu.

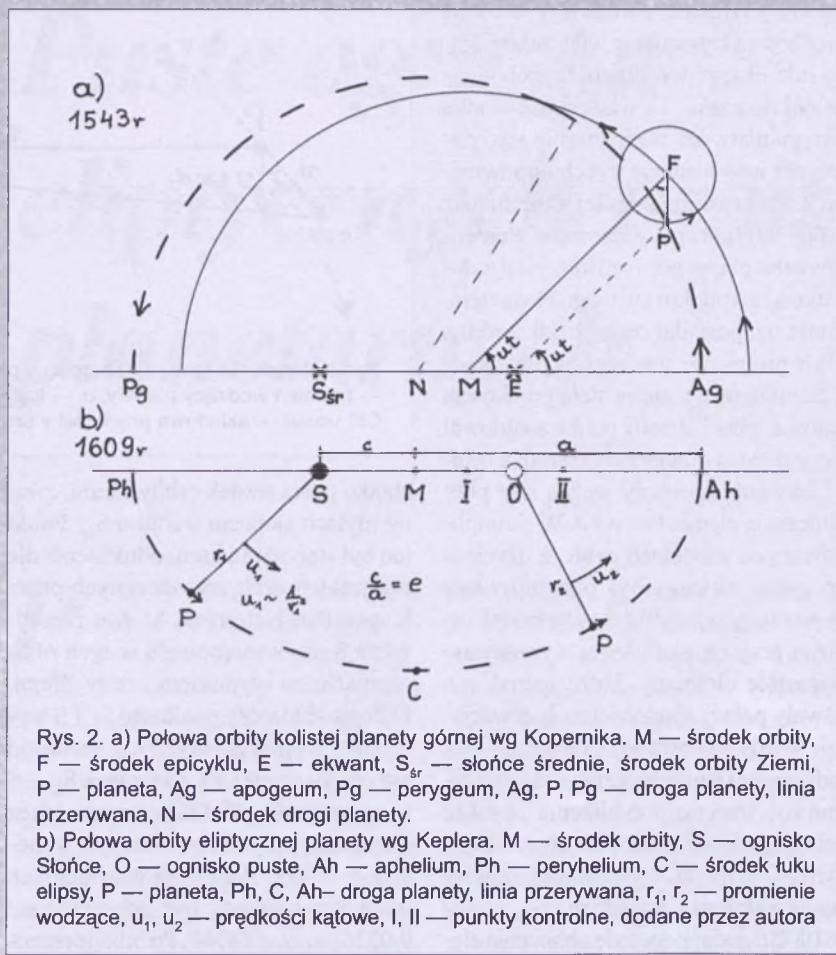
Kopernik był ostatnim wielkim astronomem, uznającym postulat Platona. Po ok. 2000 lat postulat ten przestał obowiązywać, gdy w 1609 r. Jan Kepler ogłosił swoje prawa ruchu planet. Zanim je omówimy, należy przypomnieć fakty, które doprowadziły do odkrycia Keplera. Zaczniemy od przedstawienia działalności duńskiego astronoma Tycho Brahe (1546–1601). Dzięki swojej aktywności Brahe zyskał poparcie króla duńskiego Fryderyka II, który przekażał mu wyspę Hven (1576 r.) i zaopatrywał w fundusze na działalność naukową. Brahe wybudował na wyspie dwa obserwatoria i wyposażył je w instrumenty własnej konstrukcji. Głównym instrumentem był duży, murowa-

Tabela 1

Pozycje ekwantów E wg danych Kopernika i ognisk pustych O wg danych współczesnych. $S_{\text{sr}} - E$ — odległość ekwantu E od Słońca średniego S_{sr} , $S - O$ — odległość ogniska pustego od Słońca S. Długości λ_{Ah} podane w systemie długości λ_{Ag} Kopernika, $\lambda_{\text{Ah}} = \lambda(1500) - 25^{\circ}37'$

Planeta	Dane Kopernika		Dane współczesnie zredukowane	
	$S_{\text{sr}} - E$	λ_{Ag}	$S - O$	λ_{Ah}
Saturn	1,045 j.a.	240°21'	1,068 j.a.	238°02'
Jowisz	0,475	159 01	0,502	160 59
Mars	0,298	119 04	0,284	121 36

ny kwadrant. Brahe sam obserwował i korzystał z pomocy asystentów, którzy ustawały przyrządy, odczytywali podziałki i zapisywali wyniki. Dzięki takiej organizacji obserwacji Brahe w ciągu 21 lat zebrał olbrzymi materiał, dobrze udokumentowany i odznaczający się wyjątkową dokładnością 1'-2', oceny odczytów do 10''. Była to najwyższa dokładność osiągnięta przed wprowadzeniem instrumentów z układami optycznymi do pomiarów astrometrycznych. Po śmierci króla, w wyniku intryg dworskich, Brahe musiał opuścić Danię, zabierając dokumentację swoich obserwacji. W roku 1599 przeniósł się do Pragi, został mianowany przez cesarza Rudolfa II cesarskim matematykiem i astronomem, i zaczął budować nowe obserwatorium. Tutaj dołączył do niego Jan Kepler (1571-1630), przyjęty jako pomocnik. W roku 1601 Tycho Brahe umarł. Kepler objął jego stanowisko i zaczął samodzielnie opracowywać przywiezione przez mistrza wyniki duńskich obserwacji. Brahe poświęcił dużo uwagi obserwacjom Marsa. Dzięki temu Kepler mógł odtworzyć całą orbitę tej planety i stwierdził, że wykazuje ona spłaszczenie niezgodne z przyjmowanym kształtem kolistym. Próbował dopasować do niej krzywą jajową, szerszą z jednej strony i węższą z drugiej oraz elipsę. Ta ostatnia najlepiej pasowała do obserwacji, a nawet umożliwiła wyznaczenie mimośrodu $e = 0,091$. Należy zwrócić uwagę na ten wynik. Elipsa o mimośrodzie $e = 0,091$ ma oś małą krótszą od wielkiej zaledwie o 0,4 %. Obserwacje, które opracowywał Kepler, były i liczne, i dokładne,



Rys. 2. a) Połowa orbity kolistej planety górnej wg Kopernika. M — środek orbity, F — środek epicykułu, E — ekwant, S_{sr} — słońce średnie, środek orbity Ziemi, P — planeta, Ag — apogeum, Pg — perygeum, Ag, P, Pg — droga planety, linia przerywana, N — środek drogi planety.

b) Połowa orbity eliptycznej planety wg Keplera. M — środek orbity, S — ognisko Słońca, O — ognisko puste, Ah — aphelion, Ph — perihelium, C — środek łuku elipsy, P — planeta, Ph, C, Ah — droga planety, linia przerywana, r₁, r₂ — promienie wodzące, u₁, u₂ — prędkości kątowe, I, II — punkty kontrolne, dodane przez autora

jeżeli pozwoliły na prawidłowy wybór kształtu orbity spośród kilku bardzo podobnych krzywych. Wraz z orbitą eliptyczną pojawiły się nowe elementy, rys. 2b. Wielka oś, 2a, wyznaczona została przez Słońce, S, i środek elipsy M. Końce tej osi nazwał Kepler odpowiednio perihelium, Ph i aphelium, Ah. Usunął więc poprzednio używane stałe perygeum i apogeum, zachowane jeszcze przez Kopernika. Na wielkiej

osi znajdują się ogniska elipsy, S i O. Ich odległości od środka M oznacza się zwykle c : SM = MO = c . Stosunek tej wielkości do półosi wielkiej, a , jest mimośrodem elipsy, e : $e = c/a$, $0 \leq e < 1$. Graniczna wartość $e = 0$ odpowiada już okregowi, więc orbicie zgodnej z postulatem Platona. Można więc powiedzieć, że Kepler rozszerzył orbity koliste na eliptyczne o małych mimośrodach. Należy zwrócić uwagę, że rys. 2b nie

przedstawia wiernie własności orbity eliptycznej. Łuk pół-elipsy ma $e = 0,70$, a rozkład ognisk odpowiada $e = 0,33$.

Kepler był nie tylko astronomem, ale również mistykiem, który uważa, że w Kosmosie panuje harmonia wyrażająca się prostymi związkami i prawami matematycznymi. Praw tych poszukiwał w ruchu Marsa. Po ustaleniu eliptycznego kształtu

Tabela 2

Względne prędkości liniowe planety v oraz promienie wodzące r i prędkości kątowe u obserwowane z ogniska Słońca, środka orbity M i ogniska pustego w czasie ruchu planety od perihelium Ph przez środek łuku C do aphelium Ah

pkt	v	Ognisko-Słońce		Środek M		Ognisko puste	
		r_1	u_1	r_m	u_m	r_2	u_2
Ph	$\sqrt{\frac{1+e}{a(1-e)}}$	$a(1-e)$	$\sqrt{\frac{1+e}{(1-e)^3}}$	a	$\sqrt{\frac{1+e}{1-e}}$	$a(1+e)$	$\sqrt{\frac{1}{1-e^2}}$
C	$\sqrt{\frac{1}{a}}$	a	$\sqrt{1-e^2}$	$a\sqrt{1-e^2}$	$\sqrt{\frac{1}{1-e^2}}$	a	$(1-e^2)\sqrt{\frac{1}{1-e^2}}$
Ah	$\sqrt{\frac{1-e}{a(1+e)}}$	$a(1+e)$	$\sqrt{\frac{1-e}{(1+e)^3}}$	a	$\sqrt{\frac{1-e}{1+e}}$	$a(1-e)$	$\sqrt{\frac{1}{1-e^2}}$
		$\frac{1}{r_1} \sim u_1$					

tu orbity i jej mimośrodę zwrócił uwagę na dwa ogniska tej elipsy. Bardzo szybko stwierdził, że Słońce jest w jednym ognisku i że promienie wodzące wychodzące z niego, r_1 spełniają zależność, której można nadać dwie formy: 1 — promienie wodzące r_1 zakreślają pola proporcjonalne do czasu, a więc istnieje stała prędkość polowa; 2 — prędkość kątowa tych promieni jest odwrotnie proporcjonalna do kwadratu ich długości, $u_1 \sim 1/r_1^2$.

Kepler przeprowadził też próby znalezienia prostego wzoru dla drugiego pustego ogniska O. Zauważył analogię między punktami na średnicy kolistej orbity Kopernika: S_{sr} , N i E (rys. 2a), a środkiem elipsy i dwoma ogniskami S, M i O w jego eliptycznej orbicie, rys. 2b. Stwierdził również, że na płaszczyźnie ekiptyki ekwant E wyznaczony przez Kopernika znajduje się blisko pustego ogniska jego orbity O, rys. 3. Dane liczbowe użyte do wykonania rys. 3 podane są w tab. 1. Kepler mógł więc przypuszczać, że puste ognisko jest ekwantem, czyli że wychodzące z niego promienie wodzące r_2 obracają się ze stałą prędkością kątową u_2 . Sprawdzenie tej hipotezy doprowadziło do jej odrzucenia. Kepler stwierdził pojawianie się różnic dochodzących do $8'$ między obserwowaną pozycją planety a obliczoną, przy założeniu stałości u_2 . Należy jednak zwrócić uwagę, że różnica $8'$ była znacząca dla Keplera, ponieważ posiadał dane obserwacyjne o dokładności $1' - 2'$. Natomiast dla Kopernika i jego poprzedników, opracowujących dane o dokładności ok. $10'$, różnice $8'$ były bez znaczenia i puste ognisko orbity Marsa mogło zostać uznane za ekwant i użyte do dalszych

Tabela 3

Względne prędkości kątowe u planety poruszającej się po orbicie eliptycznej, $e = 0,10$, od peryhelium Ph przez środek łuku C do aphelium Ah, w czasie t połowy okresu obiegu T, obserwowane z punktów osi wielkiej: S — ognisko Słońca, M — środek osi, I — punkt kontrolny, O — ognisko puste, II — punkt kontrolny, Δu (Ph — Ah) — zmiany u od Ph do Ah

pkt	t	S	M	I	O	II
Ph	0,000 T	1,2284	1,1055	1,0529	1,0050	0,9613
	0,093	1,1756	1,0854	1,0425	1,0014	0,9623
	0,170	1,0796	1,0501	1,0250	0,9966	0,9749
C	0,234	0,9950	1,0050	1,0025	0,9950	0,9827
	0,339	0,8855	0,9479	0,9726	0,9986	1,0214
	0,421	0,8349	0,9125	0,9586	1,0031	1,0581
Ah	0,500	0,8223	0,9045	0,9521	1,0051	1,0642
Δu (Ph — Ah)		+0,406	+0,201	+0,101	0,000	-0,103

obliczeń. Gdy Keplerowi nie udało się znaleźć związku ruchu planety z pustym ogniskiem, przestał się nim interesować. Dwa pierwsze jego prawa opublikowane w 1609 r. głosiły:

1. Ruch heliocentryczny planet odbywa się po elipsach. W jednym z ognisk każdej elipsy znajduje się Słońce.

2. Prędkość polowa ruchu heliocentrycznego każdej planety jest stała.

Prawa te zakończyły okres prawie 2000 lat obowiązywania w astronomii postulatu Platona. Rys. 2a z okregiem, epicyklem i ekwantem przestał być aktualny. Rozpoczęła się era orbit eliptycznych (rys. 2b), które uzyskały teoretyczne uzasadnienie w teorii grawitacji Newtona (1687 r.).

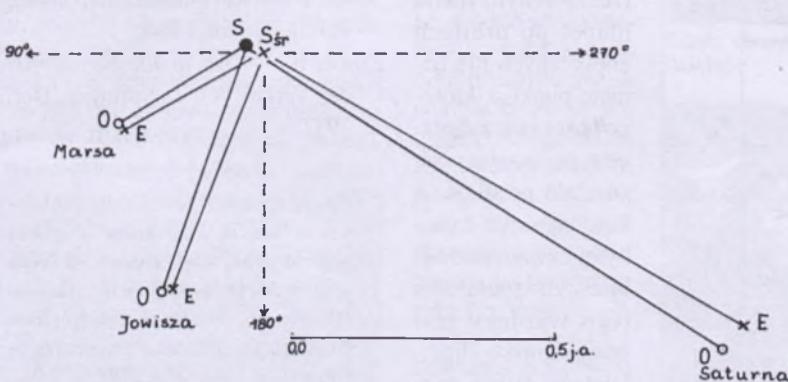
Przedstawione powyżej dawne problemy możemy dzisiaj wyjaśnić, znając rzeczywiste ruchy planet w polu grawitacyjnym Słońca. Prędkość liniowa planety, v , poruszającej się po elipsie o półosi wielkiej a i mimośrodzie e określona jest wzorem

$$v = \sqrt{GM} \sqrt{\frac{2}{r_1} - \frac{1}{a}},$$

$$a(1-e) \leq r_1 \leq a(1+e),$$

gdzie G — stała grawitacji, M — masa Słońca.

Ze względu na symetrię prędkości, v , względem osi wielkiej, ekwant, jeśli istnieje, musi znajdować się na tej osi, aby ruch po obu stronach elipsy z niego obserwowany wyglądał jednakowo. Wystarczy więc ustalić, jak zmieniają się prędkości kątowe planety obserwowane z wybranych punktów wielkiej osi elipsy. Do punktów poprzednio ustalonych dodaliśmy dwa punkty kontrolne: I — w połowie odległości między środkiem elipsy M a ogniskiem pustym O i II — symetrycznie po drugiej stronie tego ogniska (rys. 2b). Nasze rozważania obejmują pół okresu obiegu planety, od peryhelium Ph, przez środkowy punkt łuku elipsy C, do aphelium Ah. Tab. 2 podaje zmiany prędkości liniowej v , promieni wodzących r i prędkości kątowych u obserwowane w tym czasie ze Słońca S, środka orbity M i z ogniskiem pustym O. Podano tylko wielkości względne, zależne od półosi a i mimośrodza e , bez stałych współczynników. Aby uzyskać prędkości kątowe planety o mimośrodzie orbity e i okresie obiegu T , należy obliczyć wartości liczbowe wyrażeń podanych w tab. 2 dla danego e i pomnożyć je przez średnią prędkość kątową $\bar{u} = 360^\circ/T$. Dane tabeli wskazują na zmniejszanie się u_i i u_m od Ph do Ah w przypadku obserwacji ze Słońca S i środka M. Natomiast dla ogniska pustego występują jednakowe, skrajne wielkości u_2 , a wielkość średko-



Rys. 3. Pozycje ekwantów E wyznaczonych przez Kopernika i ognisk pustych O dla orbit eliptycznych Marsa, Jowisza i Saturna na płaszczyźnie ekiptyki. S — Słońce, S_{sr} — słońce średnie. Podana skala długości 0,5 jednostki astronomicznej, j.a.

wa jest zmniejszona przez czynnik $(1 - e^2)$. Jest to drobne zmniejszenie. Przy $e < 0,1$, jakie występują w omawianych orbitach, $e^2 < 0,01$, więc zmniejszenie jest poniżej 1%. Aby bliżej przedstawić ten problem, podajemy w tab. 3 dane liczbowe ilustrujące względne zmiany prędkości kątowej u obserwowanej z wybranych punktów wielkiej osi orbity o mimośrodzie $e = 0,10$, w przybliżeniu orbity Marsa, podczas ruchu planety od peryhelium Ph do aphelium, Ah. Ostatni wiersz tabeli podaje różnice wielkości u między peryhelium a aphelium. Widoczne jest stopniowe zmniejszanie się tych różnic do 0 dla ogniska pustego i zmiana znaku przy przekroczeniu tego punktu. Fragment danych tab. 3 przedstawiono graficznie na rys. 4 dla punktów kontrolnych I i II oraz ogniska pustego. Dla punktu I widoczne jest monotoniczne zmniejszanie się wartości u , ale w małym zakresie, ok. 10%. Natomiast dla punktu II, znajdującego się po drugiej stronie ogniska O, przebieg jest odwrotny, prędkość kątowa wzrasta. Można by się spodziewać, że dla ogniska O nastąpi wyrównanie przebiegów do linii prostej odpowiadającej stałej prędkości kątowej. Ale tak się nie dzieje. W części środkowej występuje zmniejszanie prędkości, trwające około 1/4 okresu obiegu. Pod koniec tej fazy planeta znajduje się za pozycją

Tabela 4
Parametry ruchu Ziemi i planet górnych: T — okres obiegu, e — mimośród, u — średnia prędkość kątowa ($u = 360^\circ/T$), Δu_2 — amplituda zmian prędkości kątowej, $\Delta\lambda$ — amplituda odchylen pozycji planety. Dwie ostatnie wielkości odnoszą się do obserwacji z ogniska pustego

Planeta	T	e	u	Δu_2	$\Delta\lambda$
Ziemia	365 d	0,017	59,1°/d	0,50°/d	0,24°
Mars	687	0,093	31,4	8,20	7,48
Jowisz	4333	0,048	5,0	0,34	1,98
Saturn	10759	0,056	2,0	0,19	2,70

obliczoną dla ruchu jednostajnego. Wtedy następuje zwiększenie prędkości i planeta nadrabia opóźnienie, a nawet wyprzedza pozycję ruchu jednostajnego. Dla możliwości obserwacyjnego stwierdzenia tego przebiegu istotną jest amplituda odchylen od ruchu jednostajnego, ponieważ właśnie tę wielkość najłatwiej obserwatorzy mogli wyznaczyć. Tab. 4 podaje dane liczbowe dla Ziemi i planet górnych. Ostatnia kolumna, $\Delta\lambda$, zawiera oszacowane wielkości amplitud omawianych odchylen pozycji planet. Największą amplitudę $\Delta\lambda = 7,5'$ wykazuje Mars i tę właśnie wielkość stwierdził Kepler. Ale gdyby T. Brahe zebrał obserwacje dla Jowisza lub Saturna i Kepler zajął się opracowaniem tych danych, to wobec małych wartości $\Delta\lambda$, zbliżonych do błędów obserwacyjnych, może uznałyby, że planety poruszają się wokół ogniska pustego ze stałą prędkością kątową i odpowiednio uzupełniłyby drugie prawo ruchu planet. Ale szczęśliwie Kepler uniknął tego błędu.

Z powyższego opisu wynika, że przy rzeczywistym ruchu planet po orbitach eliptycznych nie istnieje punkt, z którego obserwowana planeta poruszałaby się ze stałą prędkością kątową, czyli który byłby ekwantem. Najszybszym spełnienia tego warunku jest puste ognisko elipsy. Dlatego astronomowie, którzy przed Keplarem szukali ekwantów, znajdo-

wali je w pobliżu pustych ognisk elips, chociaż nic o nich nie wiedzieli.

Opisany powyżej fragment historii astronomii można przedstawić jako tragedię pustych ognisk eliptycznych. Przez 15 wieków, ukryte pod nazwą ekwantów, pełniły ważną rolę, pomagając astronomom starożytnym i średniowiecznym przy wyznaczaniu kolistych orbit planetarnych. Dopiero Kepler odkrył ich prawdziwą tożsamość jako elementów należących do orbit eliptycznych. Ale równocześnie stwierdził, że punkty te tylko częściowo posiadają własność, jaką im przypisywano. Od tego czasu puste ogniska eliptycznych są nikomu niepotrzebne i właściwie zapomniane. Podobnie doskonały, niezmienny Świat Platona, wynikający z koncepcji filozoficznej, odszedł do historii. Dzisiaj znamy fizyczne dowody stałej, kosmicznej ewolucji, która zaczęła się Wielkim Wybuchem.

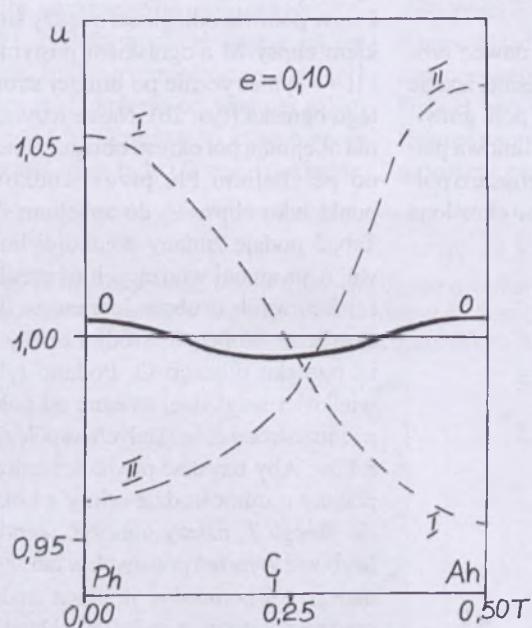
Literatura

Kamieński M., Wasiutyński J. — *Astronomia Ogólna, Tom I, cz. 2*. Wyd. Koło Mat. Fiz. Słuchaczów UW, Warszawa 1936.

Swerdlow N. M., Naugebauer O. — *Mathematical Astronomy in Copernicus's De Revolutionibus*, Springer Verlag, Berlin, 1984.

Zinner E. — *Geschichte der Sternkunde*, Verlag von J. Springer, Berlin, 1931.

Powyższy tekst powstał na podstawie wykładu, jaki Autor wygłosił w dniu jubileuszu swego 90-lecia w Instytucie Astronomicznym we Wrocławiu. Profesor Opolski jest znakomitym astronomem wrocławskim (patrz U-PA 3/2003, s. 105). Ostatni Zjazd PTA nadal Mu godność Członka Honorowego Polskiego Towarzystwa Astronomicznego.



Rys. 4. Względne zmiany prędkości kątowej u w czasie ruchu planety od peryhelium Ph do aphelium Ah po orbicie eliptycznej $e=0,10$ obserwowane z punktów kontrolnych I i II (linie przerywane) oraz z ogniska pustego (linia pogrubiona)

Obłoki gazu z pierwszych gwiazd

Astronomowie, badając najdalszy znaleziony do tej pory kwazar, odkryli wokół niego dużą ilość gazu, który zawiera atomy utworzone w jądrach pierwszych istniejących gwiazd. Charakterystyczne linie widmowe tlenku węgla zostały odkryte dzięki obserwacjom VLA (Very Large Array) — systemowi 27 radioteleskopów w stanie Nowy Meksyk w USA oraz Interferometrowi Plateau de Bures w Alpach francuskich, złożonemu z 5 radioteleskopów. Gaz otaczający młodą galaktykę obserwujemy w momencie, gdy Wszechświat ma jedną szesnastą obecnego wieku, czyli wówczas gdy wynurzał się z pierwotnych „Ciemnych Wieków”, zanim światło mogło swobodnie podróżować przez Kosmos.

Zaskakujące jest odkrycie tlenku węgla (CO) w młodej i tak odległej galaktyce. Oznacza to, że już na tak wcześnieym etapie rozwoju Wszechświata galaktyki zawierały olbrzymią ilość molekularnego gazu, z którego mogły następnie powstać nowe generacje gwiazd.

Odległa galaktyka, nazwana J1148 +5251, zawiera jasny kwazar zasilany przez czarną dziurę o masie co najmniej miliarda Słońca. Obserwujemy tę odległą galaktykę, gdy Wszechświat liczył sobie 870 mln lat. Obecnie wiek Wszechświata szacujemy na 13,7 mld lat. J1148 +5251 jest być może jednym z pierwszych świecących obiektów we Wszechświecie.

W ciągu pierwszych 3 min życia Wszechświata uformował się w nim jedynie wodór i hel. Węgiel i tlen (które tworzą tlenek węgla) zostały utworzone dopiero w reakcjach termoaktywnych zachodzących w jądrach gwiazd. Według szacunków zaobserwowany węgiel i tlen zostały utworzone przez pierwsze powstałe gwiazdy około 650 mln lat po Wielkim Wybuchu. W czasie kolejnych około 200 mln lat gwiazdy te (najprawdopodobniej bardzo różne od gwiazd, które znamy dzisiaj) wybuchały jako supernowe, wyrzucając węgiel i tlen w przestrzeń kosmiczną. Już w przestrzeni ochłodzone atomy połączyły się, tworząc tlenek węgla, którego obecność wykryły naziemne teleskopy.

Wszechświat, w którym istniały pierwsze galaktyki, wydaje się bardzo różnić od Wszechświata, który znamy dzisiaj. Około 300 000 lat po Wielkim Wybuchu Wszechświat ochłodził się dzięki ekspansji na tyle, że wypełniające go proto-

ny i elektrony mogły się połączyć, tworząc atomowy wodór. Neutralny wodór absorbował promieniowanie elektromagnetyczne, w wyniku czego Wszechświat „zanurzony był w ciemnościach”. W końcu powstały pierwsze galaktyki i gwiazdy. Ich promieniowanie było na tyle energetyczne, że zdołało zjonizować neutralne do tej pory atomy, umożliwiając fotonom swobodne podróżowanie przez Wszechświat i kończąc tak zwane Ciemne Wieki.

Nie stało się to w jednej chwili. Każda gwiazda, wysyłając wysokoenergetyczne promieniowanie, jonizowała swoje najbliższe otoczenie, tworząc wokół siebie przezroczyste dla świata bańki zjonizowanego gazu. Wszechświat zaczął przypominać szwajcarski ser z rozrastającymi się w czasie dziurami. W końcu, około miliarda lat po Wielkim Wybuchu, dziury połączły się ze sobą, a Wszechświat stał się znów w pełni przezroczysty. Okres ten nazywamy erą wtórnej jonizacji Wszechświata.

Łącząc dane radiowe z danymi z teleskopów optycznych, można było oszacować średnice przezroczystego „bąbla” wokół galaktyki J1148 +5251 na około 30 min lat świetlnych. Obserwujemy obiekt J1148 +5251 w momencie, gdy pomaga jonizować Wszechświat.

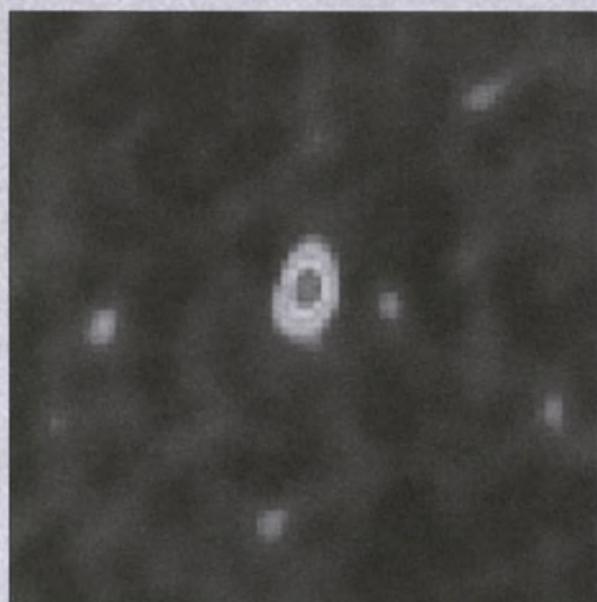
Duża ilość molekularnego gazu w galaktyce, szacowana na ponad 10 mld mas Słońca, wskazuje, że procesy we wcześniejszym Wszechświecie przebiegały bardzo szybko. Według współczesnych teorii duże galaktyki powstawały w wyniku łączenia się mniejszych galaktyk. Nie nastąpiowało to wszak z dnia na dzień; tym bardziej dziwią obserwacje masywnej galaktyki w tak wcześniejszym Wszechświecie.

O b s e r w a c j e optyczne pozwalają na badanie jasnego kwazarza w środku galaktyki, natomiast radiointerwencje pozwa-

lają oglądać samą galaktykę. Obiekt J1148+5251 został odkryty w czasie przeglądu nieba o nazwie *Sloan Digital Sky Survey* w tym roku, przy użyciu 2,5 m teleskopu optycznego w Nowym Meksyku w USA. Kwazar znajduje się w odległości 12,8 mld lat świetlnych (przesunięcie ku czerwieni $z = 6,42$), jest więc najodleglejszym znanym kwazarem.

Tlenek węgla odkryto dzięki radioteleskopom, które wykryły fale radioowe emitowane przez molekularny gaz otaczający galaktykę. Długość fal tej radioemisji była dużo większa niż fale emitowane przez taki gaz w laboratorium na Ziemi w wyniku efektu Dopplera wywołanego rozszerzaniem się Wszechświata — fale emitowane przez J1148 +5251 o długości przykładowo 1 mm docierają do Ziemi, mając ponad 6 mm. Przedstawione badania zostały zaprezentowane w „Nature” 24 lipca, głównym autorem jest Fabian Walter.

opr. Karolina Zawada



Obraz obiektu J1148+5251 uzyskany dzięki VLA. Fot. NRAO/AUI/NSF



VLA w Nowym Meksyku, USA. Fot. NRAO

XXXI Zjazd

Polskiego Towarzystwa Astronomicznego

Wdniach 8-12 września 2003 r. w Toruniu odbył się XXXI Zjazd PTA. Tym razem nieprzypadkowo astronomowie zaproszeni zostali do Grodu Kopernika: to właśnie tu, 80 lat wcześniej, na pierwszym Zjeździe Polskich Astronómów w Odrodzonej Polsce (zwołanym w 450 rocznicę urodzin Mikołaja Kopernika), powstało Polskie Towarzystwo Astronomiczne. Tak więc, mimo że dwa lata wcześniej odbył się już Zjazd Jubileuszowy (bo XXX z kolei), również i ten określano często takim mianem.

W słoneczny ranek 9 września br. w Sali Miejszczańskiej Ratusza Staromiejskiego, w której przed 80 laty zebrał się Zjazd Założycielski, spotkało się liczne (prawie 150 osób!) grono znakomitych polskich i zagranicznych gości. Przybyli m.in. najbardziej ceniony w świecie polski astrofizyk prof. Bohdan Paczyński z Princeton, dr Catherine Cesarsky — Prezydent-Elekt Międzynarodowej Unii Astronomicznej i Dyrektor Generalny ESO (Europejskiego Południowego Obserwatorium w Chile), prof. Harvey Butcher — prezydent Europejskiego Towarzystwa

Astronomicznego (EAS), prof. John Davis — kierownik Europejskiego Programu Astronomicznego OPTICON i wielu innych.

O godzinie 10 otwarcia Zjazdu dokonał Prezes PTA prof. Andrzej Woszczyk. Krótkie przemówienia okolicznościowe wygłosili m.in. sprawujący honorowy patronat nad Zjazdem Prezydent Miasta Torunia Michał Zaleski oraz (w imieniu JM Rektora Uniwersytetu Mikołaja Kopernika prof. dra hab. Jana Kopcewicza) Prorektor UMK dr hab. Grzegorz Jarzembski. Prezes PTA wręczył Medal im. prof. Włodzimierza Zonna — za wybitne osiągnięcia w popularyzowaniu astronomii — doc. Tadeuszowi Jarzębowiskiemu z Wrocławia oraz Nagrodę Młodych PTA — za najlepszą publikację naukową młodego polskiego astronoma — dr Barbarze Mochejskiej z Warszawy. Kilku dostojnych gości uhonorowano medalami pamiątkowymi 80-lecia utworzenia Towarzystwa Astronomicznego w Toruniu.

Wśród zaproszonych na otwarcie Zjazdu wystąpień naukowych mogliśmy usłyszeć m.in. wykłady: *Obecne i przyszłe projekty badawcze ESO* dr

Catherine Cesarsky, *Współpraca europejska w astronomii* prof. dra Harveya Butchera oraz *Astronomia terabajtowa* prof. dra hab. Bohdana Paczyńskiego. Przemawiał też przedstawiciel Państwowej Komisji Akredytacyjnej na temat jakości kształcenia astronomicznego w Polsce i wykład na temat swych nagrodzonych Nagrodą Młodych PTA badań wygłosiła laureatka tej nagrody. Uroczystości otwarcia i całego Zjazdowi towarzyszyła wystawa na temat perspektyw rozwoju astronomii europejskiej przygotowana przez ESO i przywieziona do Torunia z Monachium. Szczególną uwagę zwracał model planowanego 100 m teleskopu optycznego i model budowanego już w Chile na wysokości 5000 m zespołu radioteleskopów ALMA.

Toruński Zjazd poświęcono głównie problemom polskiego udziału w budowie wielkiego, 10 m teleskopu optycznego SALT w Południowej Afryce, europejskiej współpracy astronomicznej, astrofizyce wysokich energii i astrobiolegii. Każdy z tych tematów stanowił wiodące hasło sesji naukowych (niektóre w jęz. angielskim) odbywających się w sali Instytutu Fizyki UMK. Nie spo-



Awers i rewers medalu wybitego dla upamiętnienia 80-lecia Polskiego Towarzystwa Astronomicznego



Wspólne zdjęcie uczestników Zjazdu pod pomnikiem Mikołaja Kopernika. Fot. Karolina Zawada

sób wymienić choćby samą tylko listę wykładowców Zjazdu. Zainteresowani bliższymi szczegółami Czytelnicy mogą znaleźć szczegółowy program obrad na stronach internetowych Zjazdu: www.astri.uni.torun.pl/zjazd lub www.pta.edu.pl/zjazzd. W sumie wygłoszono ok. 30 tzw. zaproszonych wykładowów. Warto dodać, że również forma plakatowa komunikatów naukowych była bogata (przeszło 30 posterów) i reprezentowana przez przedstawicieli różnych ośrodków astronomicznych.

Stały elementem Zjazdu jest Walne Zebranie członków Towarzystwa. Odbyło się ono 10 września br. w Sali Mieszczańskiej Ratusza Staromiejskiego, tej samej, w której 80 lat temu podjęto decyzję o utworzeniu Polskiego Towarzystwa Astronomicznego. Walne Zebranie przyznało godność członka honorowego PTA za szczególne zasługi dla rozwoju i organizacji badań astronomicznych w Polsce dwom naszym członkom: profesorowi Antoniemu Opolskiemu z Wrocławia i profesorowi Bohdanowi Paczyńskiemu

z Princeton. W trakcie zebrania wybrano też nowy Zarząd Towarzystwa: prezesem został ponownie prof. Andrzej Woszczyk, a wiceprezesa doc. Janusz Ziółkowski. Sekretarzem nowego zarządu jest dr Adam Michalec, skarbnikiem — dr Andrzej Niedzielski, a członkami zarządu — dr Krzysztof Chyży, dr Tomasz Kwiatkowski i prof. Andrzej Pigulski. W trakcie dyskusji uchwalono składkę członkowską na rok 2004 w wysokości 60 zł. Zwrócono też uwagę na trudną sytuację finansową pisma „Urania — Postępy Astronomii”, apelując do członków PTA o jego prenumeratę i zdobywanie nowych Czytelników. Wszyscy uczestnicy zebraniatrzymali pamiątkowe medale z okaz-

zji 80-lecia PTA, ufundowane przez Prezydenta Miasta Torunia. Na zakończenie Walnego Zebrania prof. Michał Tomczak, dyrektor Instytutu Astronomicznego Uniwersytetu Wrocławskiego, zaprosił wszystkich astronomów na kolejny, XXXII Zjazd PTA w 2005 r. do Wrocławia.

Ciekawą i niezwykle wartościową imprezą naukową towarzyszącą Zjaz-



Jedna ze Zjazdowych atrakcji — pobyt w czaszy 32 m radioteleskopu

dowi były Warsztaty Spektroskopii. Zorganizowała je Fundacja Teleskopu SALT, Centrum Astronomii UMK w Toruniu oraz Polskie Towarzystwo Astronomiczne w dniach 11-13 września 2003 w Obserwatorium Astronomicznym UMK w Piwnicach. Warsztaty, których uczestnikami byli doktoranci astronomii ze wszystkich ośrodków astronomicznych Polski, były poświęcone redukcji cyfrowych obserwacji spektroskopowych. Na program Warsztatów złożyły się wykłady specjalistyczne połączone z ćwiczeniami praktycznymi przy komputerze w sumarycznym wymiarze około 30 godz. Każdy z uczestników posiadał do dyspozycji terminal komputera, a zajęcia praktyczne prowadzone były przez 5 osób, co ćwiczeniom nadało indywidualny, warsztatowy charakter. Zakres tematyczny Warsztatów obejmował budowę i zasadę działania kamery CCD, podstawy instrumentalne spektroskopii astronomicznej, podstawy redukcji obrazów cyfrowych, wstęp do pakietu IRAF, redukcję widm niskiej rozdzielczości. W ramach wykładów zostały omówione także teleskop SALT oraz pierwszy jego instrument — PFIS. Zajęcia były prowadzone w oparciu o oryginalne obrazy i widma CCD z bliźniaczego teleskopu Hobby-Eberly (HET). Każdy z uczestników Warsztatów otrzymał komplet obrazów CCD,



Astronomowie na sali obrad w czasie Walnego Zebrania

dokumentację pakietu IRAF w języku angielskim oraz skrypt w języku polskim na płycie CD.

Podczas Zjazdu odbył się również szereg imprez o charakterze kulturalno-towarzyskim: wizyta w obserwatorium w Piwnicach połączona z ogniskiem, koncert muzyki kameralnej z bankietem, okolicznościowy wykład i seans w Planetarium im. W. Dziewulskiego oraz wycieczka autokarowa po ziemi chełmińskiej. Wykład w Planetarium dla astronomów i toruńskiej publiczności na temat „Czarne dziury

we Wszechświecie” wygłosił prof. Jean-Pierre Lasota z Instytutu Astrofizycznego w Paryżu. On też później przez godzinę opowiadał słuchaczom ogólnopolskiego programu I Polskiego Radia o tych ciekawych obiektach Kosmosu.

Wielokrotnie w czasie Zjazdu podkreślano liczną, przeszło 40-osobową, reprezentację młodego pokolenia — doktorantów i studentów astronomii — co było możliwe dzięki uzyskaniu dla nich dofinansowania ponoszonych kosztów podróży i pobytu od Fundacji Astronomii Polskiej im. Mikołaja Kopernika. Wśród sponsorów Zjazdu wymienić należy Uniwersytet Mikołaja Kopernika, Urząd Miasta Torunia i Zakład Energetyczny Toruń S.A.

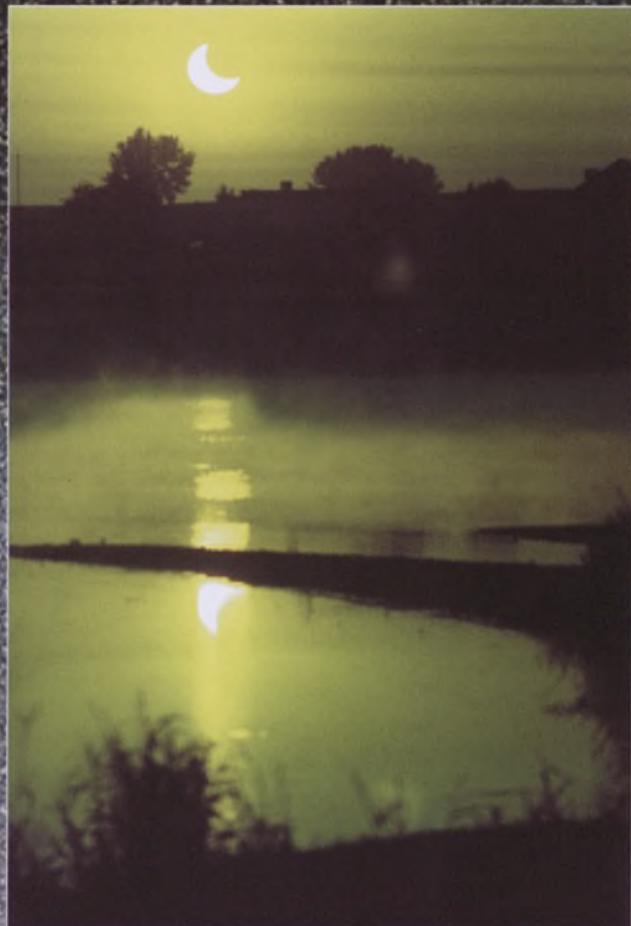
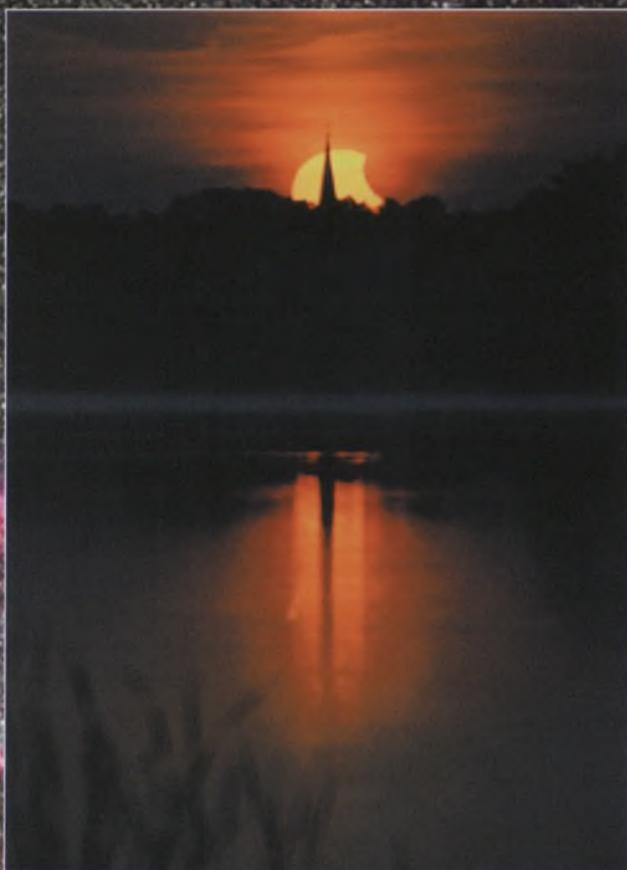
Szczególne podziękowania za wzorowe i profesjonalne przygotowanie i poprowadzenie Zjazdu należą się Lokalnemu Komitetowi Organizacyjnemu złożonemu z astronomów toruńskich związanych organizacyjnie zarówno z Uniwersytetem, jak i z placówką PAN-owską w Toruniu. W Biurze Zjazdu „królowała” Ania Nieżurawska i Janusz Mazurek — im oraz wszystkim pozostałym Koleżankom i Kolegom z Torunia, którzy włączyli się w prace przygotowawcze i obsługę Zjazdu, należne podziękowania w imieniu uczestników Zjazdu składał przewodniczący Walnego Zebrania prof. Robert Głębocki. (kr)



Na dziedzińcu Ratusza stoją: Andrzej Kus, Bohdan Paczyński, Catherine Cesarsky, Andrzej Woszczyk, Ray Booth i John Davis. Fot. A. Dauksza-Wiśniewska

Dodatkowym walorem zdjęć przedstawiających rzadkie zjawisko astronomiczne może być malownicza sceneria. Tego waloru nie brakuje zdjęciom wykonanym przez Marka Nikodema z Szubina. Górnne przedstawia Słońce nad Wenecją k. Żnina, dolne nad osadą w Biskupinie.

Galeria Uranii



Powyższe zdjęcie to praca Tomasza Żywcaka i Małgorzaty Pawłowskiej z Krakowa (obiektyw $f = 200$ mm, czas eksp. 1/250 s, film FujiColor 200 ASA, zastosowano filtr zielony).

Autorem kolejnych zdjęć jest Marcin Filipk z Jerzmanowic. Zdjęcia zostały wykonane teleobiektywem MTO-1000 (ostatnie z filtrem chromowym).



Galeria Uranii

Poniższe malownicze zdjęcie wschodzącego Słońca w czasie częściowego majowego zaćmienia wykonał Marek Kalk z Poznania (Negatyw Fuji Superia 100 Nikon F100, Soligor 100-400/4.5-6.7)



I jeszcze jedno zdjęcie wschodu zaćmionego Słońca. Jego autorem jest Janusz Magda z Trzęsówki (obiektyw f = 900 mm, film Fuji Realia 100 ASA, $t_{eksp} = 1/60$ s)

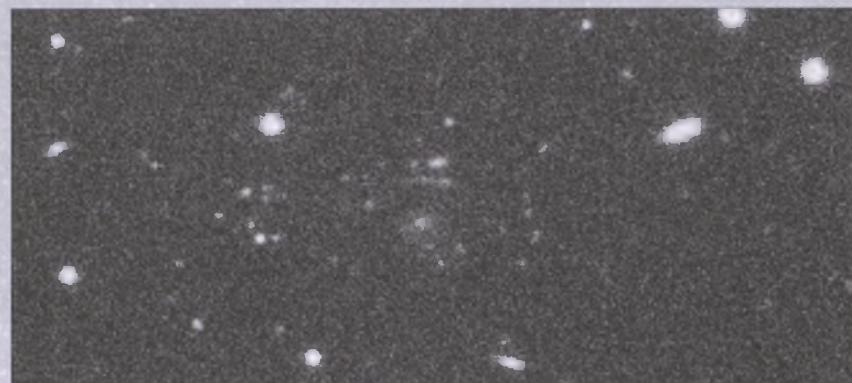


Gasnący Wszechświat

Pytanie wyjściowe jest bardzo proste, choć odpowiedź nie jest oczywista i może sprawiać niemałe problemy badawcze tym uczonym, którzy zdecydują się „wziąć z nim za bary”. Otóż i ono: czy we Wszechświecie powstaje wystarczająco dużo nowych gwiazd, by efektywnie zastępować te już wygasłe, a przy najmniej świecące zbyt słabo, by w widocznny sposób kontrybuować do sumarycznej „poświaty” Universum? Pytanie, jako się rzekło, proste, gorzej z odpowiedzią.

Pewne przesłanki dotyczące pesymistycznego rozstrzygnięcia tej kwestii — w rzeczy samej zbyt mało jest najwyraźniej gwiazdnych „niemowląt” — były znane od dawna. Oto bowiem światło emitowane przez galaktykę to suma przyczynków od każdej pojedynczej przynależnej do niej gwiazdy. Te młode, masywne i bardzo gorące, świecą przede wszystkim na niebiesko i „zagłuszają” czerwonawe świecenie mniejszych, czerwonych pembratymów. Galaktyczna młodzież, choć żyje aktywnie i „hałaśliwie”, jednak krótko, kończąc swój żywot efektownym wybuchem supernowej. Im więcej takich gwałtownych „zejść”, tym czerwieńsze staje się świecenie galaktyki, gdyż jej skromniejsi i razem mniej rozrzuconi mieszkańców żyją znacznie dłużej. Ostatecznie więc nadmiar „krwawych” galaktyk oznacza per saldo globalny niedomiar nowych gwiazd.

Takie są przesłanki obserwacyjne. Znacznie gorzej było dotychczas z potwierdzeniem ilościowym tezy o stopnio-



Soczewka grawitacyjna RCS1419.2+5326. Na powyższym zdjęciu zniekształcony obraz odlegiej galaktyki jest widoczny jako wydłużony, lekko wygięty łuk w środku zdjęcia. Gromada galaktyk z przesunięciem ku czerwieni $z = 0,64$ jest widoczna jako grupa kolistych obiektów wokół centralnej galaktyki.

Soczewki grawitacyjne są niezwykle słabymi obiekty. Obserwuje się je głównie z przestrzeni kosmicznej i tylko najjaśniejsze można dostrzec w obserwatoriach naziemnych. Powyższy obraz został uzyskany teleskopem 2,5 m używanym do cyfrowego przeglądu nieba *Sloan Digital Sky Survey*. Nazwa obiektu pochodzi od nazwy katalogu RCS (Red Sequence Cluster Survey), a liczby oznaczają współrzędne α i δ . W tym przypadku jest to obiekt leżący w gwiazdozbiorze Wodnika

wym przygasaniu Wszechświata. Z problemem zmierzyły się połączone siły angielsko-amerykańskie, czyli trójka naukowców: Ben Panter i Alan Heavens z Instytutu Astronomii w Edinburgh University oraz Raul Jimenez z University of Pennsylvania. Jako bazę wykorzystali oni bogaty plon obserwacyjny cyfrowego przeglądu nieba *Sloan Digital Sky Survey*. Całościowe podejście do tematu oraz przeogromna próbka galaktyk — 40 tys. „sztuk” z sąsiedztwa Drogi Mlecznej oznaczało gigantyczne liczby danych do przeanalizowania. Żeby uczynić to w sensownym — czyli nie tylko krótkim niż dotychczasowy wiek Wszechświata — czasie, uczeni musieli nawet opracować specjalną metodę bezstratnej kom-

presji danych, którą nazwali MOPED.

W wyniku takiej kosmicznej archeologii udało się prześledzić zmiany tempa powstawania nowych gwiazd w galaktykach na przestrzeni ostatnich 14 mld lat istnienia Wszechświata. Uzyskane z tak licznej próbki wyniki w pełni potwierdzają dotychczasowe podejrzanie. Faktycznie bowiem przez miliardy lat gwiazdna wymiana pokoleń nie była wystarczająca. W obrębie ostatnich 6 mld lat widać wręcz ewidentny spadek „liczby urodzeń”.

Efekty tej tytanicznej pracy można więc skonkludować następująco: nie minie wiele miliardów lat, a będziemy mogli wypowiedzieć słynne: „Ciemność, widzę ciemność”!

(mag)

Na rozkładówce:

Fragment mgławicy Pelikana (IC5070) — obraz chmur gazu i pyłu w rejonie międy „szyja” i „ciała” pelikana.

Jest to obszar wielkiego frontu jonizacyjnego. Obraz uzyskano przy pomocy wąskostęgowych filtrów, które wyizolowały linie emisjne wodoru i zjonizowanej siarki oraz pokazały wiele (12) wcześniej nieznanych frontów fal uderzeniowych powstałych na skutek promieniowania młodych gwiazd schowanych w chmurach mgławicy.

Intensywne promieniowanie z wielu masywnych gwiazd wewnętrz mgławicy powoduje erozję otaczającej je chmury molekularnej. Obszary pozostające w cieniu rzuconym przez gęste kłęby pyłu i gazu nie ulegają erozji i tworzą długie, pyłowe słupy. Delikatne dżety wytryskujące ze szczytów tych słupów (obiekty Herbiga-Haro) wskazują na obecność niewidocznych protogwiazd.

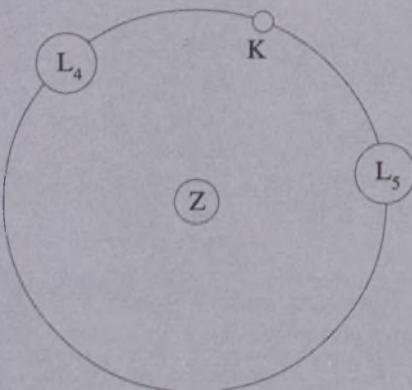
Mgławica Pelikan i pobliska Ameryka Północna stanowiące kompleks „W80” znajdują się kilka stopni na wschód od jasnej gwiazdy Deneb (α Cygni) w gwiazdozbiorze Łabędzia, około 1800 lat świetlnych od Ziemi.

Zdjęcie zostało wykonane 4-metrowym teleskopem Mayalla w Narodowym Obserwatorium Astronomicznym USA na Kitt Peak w Arizonie w ramach programu badań obszarów tworzenia się gwiazd, prowadzonego przez astronomów z uniwersytetów stanowych w Colorado i na Hawajach.



Wkład astronomii polskiej w badania obłoków pyłowych w układzie Ziemia-Księżyca

Jakiś czas temu pani Anna Maria Witkowska z Lozanny, córka poznajskiego astronoma profesora Józefa Witkowskiego (1892–1976), przysłała nam w języku angielskim list – notatkę o wkładzie astronomii polskiej w badanie obłoków pyłowych w układzie Ziemia-Księżyca. Poprosiliśmy dra Jana Mietelskiego o przetłumaczenie tej notatki, weryfikację podawanych w niej faktów, poszukanie odpowiednich fotografii i identyfikację osób na wskazanych fotografiach. Teraz, z racji mijającej właśnie setnej rocznicy urodzin odkrywcy pyłowych księżyków Ziemi Kazimierza Kordylewskiego, publikujemy zarówno notatkę pani Anny Marii Witkowskiej (po drobnych poprawkach merytorycznych i redakcyjnych), jak i sylwetkę Kazimierza Kordylewskiego, jaka się jawi w wywiadach prasowych, których On udzielał, a dla nas zebrał prof. Jerzy Kreiner. O pyłowych księżykach Ziemi pisał bardzo obszernie w „Postępach Astronomii” nr 3-4, strona 153-159 z roku 1992 jeden z ich zapalonych obserwatorów dr Maciej Winiarski z Krakowa. (Red)



W listopadzie 1951 r., przeszło 52 lata temu, Kazimierz Kordylewski przybył specjalnie z Krakowa do Poznania. Otrzymał wówczas od Józefa Witkowskiego, dyrektora Obserwatorium Poznańskiego, rękopis dotyczący obłoków pyłowych w układzie Ziemia-Księżyca.

Józef Witkowski był pierwszym astronomem, który opracował teoretyczne podejście do kwestii istnienia pyłowych satelitów Ziemi w punktach libracyjnych L₄ i L₅. Już w 1948 r. przedstawił na sesji Poznańskiego Towarzystwa Przyjaciół Nauk możliwość istnienia obłoków pyłowych związanych z Ziemią i Księżykiem*. Oparł on swoją teorię na podobieństwie do sytuacji planetoid trojańskich. Witkowski zaproponował też dokonywanie obserwacji fotograficznych tych obiektów z powierzchni Ziemi.

Kordylewski doręczył wspomniany rękopis Tadeuszowi Banachiewiczowi, dyrektorowi Obserwatorium Astronomicznego Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie. Wysyłanie tego rodzaju rękopisu pocztą w tamtych czasach było zbyt ryzykowne.

* W tym miejscu Autorka przywołuje w Bibliografii: Witkowski J., 1948, Poznańskie Towarzystwo Przyjaciół Nauk, Sprawozdania, 38, s.117. Otóż przywołana „praca” w całości brzmi:

Józef Witkowski, *O pewnym zjawisku w związku z całkowitym zaćmieniem Księżyca.*

Dotyczy rzadkiego zjawiska, obserwowanego przy całkowitych zaćmieniach Księżyca, gdy podczas totalnej fazy pojawia się na niebie cień stożkowy, siegający wierzchołkiem po Księżyce. Autor wysuwa koncepcję korpuskularnego cienia, rzucanego przez

T. Banachiewicz zdecydował się odbyć konferencję w Obserwatorium Krakowskim. Do uczestniczenia w niej zostali zaproszeni Witkowski i Kordylewski. Banachiewicz i Witkowski zaczęli Kordylewskiego do możliwie bezwłocznego rozpoczęcia poszukiwań.

Kordylewski był wspaniałym obserwatorem. Zadanie nie było łatwe. Właściwy moment dla znalezienia i rejestracji obłoków libracyjnych powinien wynikać ze spełnienia warunków kilku efemeryd. Obłok powinien być zatem z dala od Drogi Mlecznej. Księżyk musi być pod horyzontem, a obłok znacznie nad horyzontem. Wymagane jest nadzwyczaj czyste i ciemne tło nieba. Oczywiście jest, że poszukiwania można prowadzić tylko podczas zimy. W końcu obserwatorowi pozostaje bardzo mało czasu na rejestrację obiektu, a wreszcie — co nie jest mało ważne — wyposażenie obserwacyjne powinno być nowoczesne.

Kordylewski podjął przeprowadzanie poszukiwań; po negatywnych doświadczeniach z kamerami Ernemann-Ernostar (f = 285 mm) zdecydował się używać obiektywu Jupiter 3 (1:1,5; f =

Księżyca, w wyniku intercepcji przez to ciało pyłów i gazów kosmicznych zdążających ku Słońcu. Widzialność cienia korpuskularnego tłumaczy on zjawiskami analogicznymi do tych, które zachodzą przy świeceniu war-koczyk komety.

A więc w żadnym wypadku ten tekst nie może być uznany za potwierdzenie tezy, którą Autorka formuluje.

Zjawisko, o którym mówi powyższy tekst, J. Witkowski opisał szerzej (2 strony) po angielsku w *Bulletin de la Societe des Amis des Sciences et des Lettres de Poznań*, Ser. B, IX Livraison, Poznań 1948, s. 147-148 (Red)

50 mm), stosowanego w małoobrazkowych aparatach fotograficznych Leica. Fotografie opracowywał za pomocą starego typu mikrofotometru Zeissa. Bywał w Tautenburgu i przeprowadzał obserwacje tamtejszym, największym na świecie teleskopem Schmidta ($\phi = 203$ cm). Próbował również śledzić obłoki gołym okiem. Zorganizował nawet trzy (1966, 1973 i 1974) ekspedycje wzduż wybrzeży Afryki Wschodniej, w których towarzyszył mu zespół ochotników.

Przez cały ten czas Witkowski wspierał jego wysiłki, był jego doradcą i służył mu przyjacielską pomocą. Obydwaj astronomowie prowadzili stałą korespondencję.

Kordylewski ogłosił pozytywne wyniki swych obserwacji w 1961 r., po dziesięciu latach poszukiwań. Był pierwszym astronomem, który opublikował dostrzeżenie tego zjawiska. W tymże czasie inni astronomowie również prowadzili poszukiwania pyłowych księżyców Ziemi. Był to m.in. zespół badaczy ze Smithsonian Astrophysical Observatory (1961) z jego siecią szybkich kamer śledzących Baker-Nunn. R.G. Roosen (University of Texas) obserwował 35 mm kamerą Nikon z obiektywem f/1,4, z polem $37^\circ \times 24^\circ$. Używał przymglonego filtra ultrafioletowego i filmu Kodaka 103 a-O dla osłabienia tła rozjaśniającego nocne niebo.

Kordylewski odbył wiele konferencji w Polsce i zagranicą. Udzielił również wywiadu Telewizji Polskiej (13.01.1974). W czasie tego programu przyznał Witkowskiemu autorstwo teoretycznego podejścia do sprawy pyłowych satelitów Ziemi.

W 1975 r. J. R. Roach otrzymał pozytywne wyniki z Rutgerowskiego Ana-

lizatora Światła Zodiakalnego, umieszczonego na pokładzie satelity OSO-6. Obserwacje te pokryły 16 lunacji. Roach jednak powątpiewał we wszystkie wyniki obserwacji obłoków pyłowych otrzymane z powierzchni Ziemi. Utrzymywał, że w tych warunkach jasność przeciwświecenia jest w przybliżeniu 5 razy większa niż obłoków. A Kordylewski i Simpson otrzymywali dla obu obiektów jasności w przybliżeniu takie same.

14 lat później Maciej Winiarski z Obserwatorium Uniwersytetu Krakowskiego podjął jeszcze raz owe trudne poszukiwania z powierzchni Ziemi. Jego obserwacje były przeprowadzane w okresie minimum aktywności Słońca. Stabilność i jasność obłoków libracyjnych są bowiem być może związane z aktywnością słoneczną. Winiarski używał urządzenia składającego się z 10 obiektywów soczewkowych o odległościach ogniskowych od 53 do 85 mm i aperturach względnych od 1:1,5 do 1:1,2. Kamery te były zamocowane na montażu refraktora 200/3000 mm i ustawione w Roztokach Górnego w Bieszczadach (800 m n.p.m.).

Obserwacje Winiarskiego wykonane zostały w 3 barwach. Przy tej metodzie obłok okazał się bardziej czerwony niż przeciwświecenie. Winiarski używa różnych typów klisz i różnych sposobów wywoływanego. Jego obserwacje dały wynik dodatni. Udowodnił w ten sposób, że obłoki libracyjne można obserwować fotograficznie z powierzchni Ziemi, oraz to, że teoretyczne podejście Józefa Witkowskiego było prawidłowe.

* * *

Profesor Józef Witkowski nie miał szans zapoznania się z publikacją J.R. Roacha; w sierpniu 1974 r. uległ nieszczęśliwemu wypadkowi ulicznemu, doznał wstrząśnienia



Doc. Kazimierz Kordylewski w czasie obserwacji na Kasprówym Wierchu kamerami Ememann-Emostar (ok. 1960 r.)

móżgu i licznych obrażeń, w wyniku czego zmarł w maju 1976 r.

Bibliografia

- Materiały źródłowe na temat zagadnień tu poruszonych znaleźć można m.in. w:
 Lagrange, J-L, 1867-1892, *Oeuvres complètes*, Paris, Gauthiers-Villars, Vol. VI, s. 277.
 Gylden, 1884, *Sur un cas particulier du problème des trois corps*, Bull. Astr. 1., s 361.
 Klemperer, W.B and Benedikt, E.T., 1958, *Astronaut. Acta*, 4, s. 25.
 Kordylewski, K. 1961, *Acta Astronomica*, Vol. 2, s. 165-169.
 Steg, L. and de Vries, J.P., 1965, *Space Sciences Reviews*, 5, s.210-233.
 Roach, J. R., 1975, *Planetary Space Sci.*, Vol.23, s.173-181.
 Mietelski, J., 1981, *Urania*, s. 245-250.
 Szafraniec, R., 1982, *Urania*, s.122-126.
 Winiarski, M., 1989, *Earth, Moon and Planets*, 47, s. 193-215.
 Winiarski, M., 1992, *Postępy Astronomii*, Vol. 40, s. 153-159.
 Oraz krótkie notki w *Sky and Telescope*:
 1961 – Jul., s 10; Aug. s. 63; Dec. s. 328.
 1962 – Dec. s.356.
 1966 – May, s.265; Sep. s.139.

Dr Anna Maria Witkowska jest córką prof. Józefa Witkowskiego. Ukończyła studia na Uniwersytecie Poznańskim. Była wykładowcą na Politechnice Algierskiej i w Narodowym Instytucie Agronomii w Algierze. Mieszka w Lozannie.



Dr Maciej Winiarski (zdjęcie z początku lat 70.)



Prof. Józef Witkowski (zdjęcie z lat 30.)

Wydwiady z Kazimierzem Kordylewskim



Kazimierz Kordylewski (koniec lat 60.)

11 października 2003 r. minęła setna rocznica urodzin docenta dra Kazimierza Kordylewskiego, wybitnego obserwatora gwiazd zmiennych, odkrywcy pyłowych obłoków Ziemi, znakomitego wykładowcy akademickiego i popularyzatora astronomii. Doc. Kordylewski (1903–1981) niemal przez całe swoje życie był związany z Obserwatorium Krakowskim, gdzie w wieku 21 lat rozpoczął pracę naukową pod kierunkiem prof. Tadeusza Banachiewicza (1882–1954), którą kontynuował przez prawie 60 lat.

Szczególnie w kilkunastu ostatnich latach swego życia doc. Kordylewski udzielał licznych wywiadów dla prasy, w których znajdziemy wiele interesujących wypowiedzi, jakże często nadal aktualnych. W niniejszym artykule autor pragnie unaocznić, jak szeroki oddźwięk w popularnonaukowych publikacjach i wywiadach w codziennej prasie znalazła działalność doc. Kordylewskiego jako naukowca, a zwłaszcza niestrudzonego popularyzatora astronomii.

Wspomniany już Tadeusz Banachiewicz był dla młodego Kazimierza Kordylewskiego wybitnym autorytetem naukowym i niesościgłym mistrzem. Zresztą sam Banachiewicz uważały doc. Kordylewskiego za swoją prawą rękę w kierowaniu Obserwatorium Krakowskim.

Banachiewicz był człowiekiem wyjątkowym — wspomina Kazimierz Kordylewski w rozmowie z Marianem Nowym [„Dziennik Polski”, 3 VI 1975]. Był dużą indywidualnością ludzką i naukową — oddziaływał na każdego z nas, uczniów, indywidualnie. Wszystkim wpajał zasady składające się na ideę poświęcenia

nauce: nie zajmować się łatwymi tematami tylko trudnymi; zamiast chodzić utartymi ścieżkami, szukać nowych tematów i rozwiązań; nie żałować trudu, nie pracować dlatego, że za to płaci, ale że posiada się pole do działania. Całkowicie przejęłem te zasady i propaguję je wśród młodych. Nie zawsze jednak ze skutkiem....

Zapytany przez Teresę Siedlarową [„Radio i Telewizja”, 15 I 1967], czy popularyzacja wiedzy astronomicznej nie odciąga uczonego od pracy badawczej odpowiada:

Kontakt z młodzieżą jest dla uczonego bardzo pożądany, zaś bezpośrednią reakcję na sprawy, które porusza, jest ogromnie instruktywna. Prócz tego konieczność „zniżenia” się niejako do poziomu słuchacza, który przecież nie zna na ogół ani aparatu matematycznego, ani astronomii, wzbogaca umysł uczonego, pozwala na spojrzenie nie tak jednostronne — inne, niż przy fachowym jedynie traktowaniu przedmiotu.

Popularyzacja wiedzy jest więc nie tylko obowiązkiem wobec społeczeństwa, zwłaszcza wobec młodego pokolenia, to nie tylko przyjemność dla jednych czy drugich. Nie jest to również jedynie „wędka”, na którą chwytyany jest nowy narybek naukowy. Jest to po prostu pewien twórczy element w życiu samego uczonego.

Niewątpliwie najwięcej rozgłosu Kazimierzowi Kordylewskiemu przyniosły badania materii w pobliżu tzw. punktów libracyjnych L₄ oraz L₅ orbity Księżyca. W wywiadzie dla Janusza Dziadosza [„WTK-Tygodnik Katolików”, 28 X 1973] Kazimierz Kordylewski opisuje, jak doszło do odkrycia ob-

łoków libracyjnych: *Przed ponad dwustu laty matematyk Lagrange sformułował teorię, w myśl której w układzie dwóch wzajemnie okrążających się ciał np. Słońce — Jowisz, Ziemia — Księżyca istnieją punkty zwane libracyjnymi, gdzie równoważą się siły grawitacyjne. Są one swego rodzaju pułapkami dla pyłów czy większych brył, które się tam przypadkowo dostaną. Znamy dwa takie punkty na orbicie Jowisza, gdzie uwięzione są dwie grupy małych planetek (...).* Doc. Kordylewski postanowił sprawdzić, czy w punktach libracyjnych układu Ziemia-Księżyca nie ma również jakichś brył materii. Prof. Banachiewicz, ówczesny dyrektor Obserwatorium Astronomiczne UJ w Krakowie powiedział mi: proszę pana, nie warto, bo gdyby coś było, to by już dawno przypadkowo „ktoś złapał”. Odpowiedziałem; nie zgadzam się z panem, profesorze. Przemyślałem to dobrze. Położenie na niebie tych obiektów jest takie, że przypadkowo nikt nie znalazłby tam nic. Bo gdy Księżyca świeci, nikt nie fotografuje i nie bada, a gdy Księżyca zajdzie, to fotografuje się wysoko na niebie łatwo dostępne gwiazdy, a tak nisko, gdzie są punkty libracyjne, nikt nie schodzi z obserwacjami; trzeba robić specjalne obserwacje, których na pewno nikt nie robił.

Pierwsze obserwacje obłoków libracyjnych (zwanych też pyłowymi księżycami Ziemi) wspomina doc. Kordylewski w rozmowie z red. Ewą Mańkowicz-Cudny [„Horyzonty Techniki”, 3/1974]: *Początkowo uważałem, że [w punktach Lagrange'a] winny znajdować się lite bryły. Jednak 1,5 roku obserwacji nie dało żadnych rezultatów. Wówczas to znany astronom profesor J. Witkowski zwrócił mi uwagę, iż jest mało prawdopodobne, aby w punktach Lagrange'a znalazł się duży blok. Lecz o wiele bardziej prawdopodobne jest to, że gromadzą się tam pyły, których w przestrzeni kosmicznej jest znacznie więcej niż dużych odłamów skalnych. Takie skupione pyły powinny dawać efekt fotometryczny. Jak się potem okazało, było to słusne założenie. Zacząłem więc szukać w tych okolicach na niebie jaśniejszej plamy. Jednakże zastosowane przez mnie różne przyrządy nie dały pozytywnego wyniku. Nie rezygnowałem. Postanowiłem wykorzystać do obserwacji najstarszy przyrząd optyczny — oko. Opracowałem specjalną metodę obserwacji gołym okiem, gdyż patrzenie na*

wprost nic nie dawało. Przez 5 lat jeździłem na szczyt Łomnicy, gdzie są znacznie lepsze warunki do prowadzenia obserwacji i w ścisłe określonym czasie, po zachodzie Księżyca, uparcie szukałem moich obłoków. Wreszcie w 1956 r. udało się. Zobaczyłem w przewidzianym miejscu na niebie świecenie. Następnego dnia plama ta przesunęła się tyle samo co Księżyca, co potwierdzało, że znalazłem właściwy obiekt. (...) Ogłosiłem swoje odkrycie. W świecie astronomicznym wywołało to wiele burzliwych dyskusji.

Odkrycie obłoków libracyjnych przez dłuższy czas było traktowane z niedowierzaniem, tym bardziej że dla ich dostrzeżenia najlepszym przyrządem obserwacyjnym okazało się... oko. Uważa się oko za instrument mało czuły — fotometr jest czulszy; (...) Nabram szacunku dla oka. Trzeba wierzyć oku i nie sugerować się tym, że czuje się wewnętrzną niepewność. O tym, co jest realne w obserwacjach, zadecyduje dopiero konfrontacja różnych wieczorów obserwacyjnych i różnych obserwatorów. Wtedy te oczy są tak samo obiektywne jak instrument, a nawet lepsze, bo dają przegląd tego, co jest na niebie, a nie drobny fragment. Wreszcie obserwacje może robić każdy, nawet gdy nie ma instrumentu, a o instrument bardzo trudno.

Doc. Kordylewski był pewny swego odkrycia, dokonanego w trakcie obserwacji wizualnych. Po latach wspomina w cytowanym już wywiadzie dla J. Dziadosza:

Zachwyty [nad odkryciem] ustąpiły, gdy napływały meldunki, że księżycołów pylowych nie widać. Stanąłem wtedy pod pręgierzem, jako ten, który się pomylił. Ja spałem spokojnie. Wiedziałem, że je widziałem. Wiedziałem, jakie to trudne i że całe lata pracowałem, by nauczyć się je dostrzec i mieć wyniki. (...) Ale ja lubię robić rzeczy trudne. (...)

Astronomowie interesują się dzisiaj dale-

kim kosmosem, pływając w problemach kosmologii. Takie konkretne rzeczy są mało ważne, niepotrzebnie trudne. Tam, gdzie pracuję się, mając dowolnie dużo swobody w założeniach, które się robi, można otrzymywać wspaniałe wyniki i chwalić się tymi wynikami, z tym, że zanim się te wspaniałe wyniki ogłosić, często trzeba je już odwoływać, bo stwierdza się niezgodność z faktami. I to jest szumiące wino dzisiejszej nowoczesnej astronomii, które mnie nie fascynowało nigdy, natomiast fascynowało mnie sięgnięcie po konkretne obiekty, po coś, co na pewno jest takie a nie inne i coś, co ma perspektywy rozwojowe przez możliwe obserwacje, a nie przez dalsze dyskutowanie i omawianie bez obserwacji.

Wśród szerokich rzesz miłośników astronomii (i nie tylko) Kazimierz Kordylewski jest znany m. in. jako pomysłodawca tzw. metody kalkowej wyznaczania momentów minimów gwiazd zaćmieniowych. Miałem z obserwacji wyznaczyć dokładne momenty słabnięcia gwiazd zaćmieniowych. Nie bardzo wiedziałem, jak to zrobić i zacząłem pytać swoich kolegów, wśród których był wtedy znany popularyzator, nie żyjący już dr Gadomski. Objasnili mi, że trzeba zebrać trzysta obserwacji z każdej gwiazdy (...), a potem w ciągu paru miesięcy trzeba opracowywać wyniki. (...) Tyle trudu? Na poczekaniu wymyśliłem



Fotografia Kazimierza Kordylewskiego z czasów jego studiów w Uniwersytecie Poznańskim (1922-1924)

taką prostą metodę, że za miesiąc miałem obliczonych 31 momentów. Nazwałem ją metodą kalkową, gdyż wynik uzyskiwał się za pomocą kalki. Początkowo nie doceniałem jej znaczenia, ale dziś jest stosowana przez wszystkich astronomów na całym świecie.

Zawsze podkreślam, że droga do powodzenia polega na znalezieniu innych, nowych rozwiązań, a nie na powtarzaniu tego co robią inni. Można by powiedzieć, że w tym wypadku sprzyjało milenistwo, bo nie chciało mi się przeprowadzać tylu obserwacji i szukać prostszej drogi do wyniku. Trzeba było jednak odważyć się na to i ocenić, czy rzeczywiście prosta droga da wynik.

Z końcem roku 1968 Kazimierz Kordylewski został poproszony przez dziennikarzy o „Kosmiczne horoskopy” na najbliższy rok [„Dziennik Polski”, 31 XII 1968]. Prorocze okazały się słowa:

Przewiduję, że w 1969 r. człowiek stanie na Księżycu, podniesie kamień i przywiezie ten kamień srebrnego globu na Ziemię. (...) Zdobyte w ostatnich lotach załogowych doświadczenie może przynieść sukces naukowcom Stanów Zjednoczonych, jeżeli tylko będą oni zdolni do odważnych posunięć. Należy się też liczyć z niespodzianką ze strony radzieckiej, przecież wysiłek włożony w wystrzelanie 300 „Kosmosów” musi mieć swój rezultat i można oczekiwac, że praca naukowców radzieckich doprowadzi do lotu aparatu dużo dalej niż na Księżyce.

Bliskie prawdy okazały się również słowa dotyczące kwazarów:

Przewiduję, że rok 1969 przyniesie rozpoznanie natury kwazarów, (...) które stanowią obecnie obiekty intensywnie badane przez świat astronomiczny przy pomocy najpotężniejszych instrumentów. (...) Badania te doprowadzą w 1969 r. do rozpoznania, że kwazary są obrazami tworów znajdujących się w Kosmosie w odległościach setki razy dalszych niż najdalejsze dotąd badane. (...) Będziemy mogli zatem zaglądać do kolejki, jaką przebyła nasza Galaktyka wiele miliardów lat temu. Dzięki rozpoznaniu kwazarów zdołamy odtworzyć rozwój Kosmosu w czasie.

Niestety, kolejne przewidywania Docenta, że rok 1969 powinien przynieść pierwszy kontakt człowieka z intelligentnymi istotami żyjącymi w odległych rejonach Kosmosu, jak dotąd, się nie spełniły. Natomiast stwierdzenie, że w Kosmosie istnieją inne układy plane-

tarne, a wśród nich muszą zdarzyć się takie, na których — dokładnie w takich samych warunkach fizycznych, jak na Ziemi — powstało i rozwijało się życie, doprowadzając do postania równych nam istot intelligentnych ma wielu zwolenników.

Doc. Kordylewski był przekonany o istnieniu życia w kosmosie: *Mam głęboką pewność, że ono istnieje. Myślę o tym jak o konkretnym fakcie, który zachodzi. Życie musi wystąpić wszędzie tam, gdzie są do tego warunki. (...) Życie ma to do siebie, że bardzo szybko rozwija się nawet w mało sprzyjających warunkach. Zarazem w przyrodzie nie ma niczego, co się tylko raz zdarza. Jeśli gdzieś coś się zdarzyło, to musi się zdarzyć gdzie indziej. Na tym polega natura przyrody.* [rozmowa przeprowadzona z Dorotą Terakowską, „Przekrój”, 19 I 1975].

Od momentu wystrzelenia pierwszego sztucznego satelity Ziemi — sputnika — Kazimierz Kordylewski szczególnie interesował się astronautyką. Był jednym z założycieli Polskiego Towarzystwa Astronautycznego i wieloletnim prezesem Oddziału Krakowskiego. W dawnych czasach, kiedy człowiek traktował przestrzeń pozaziemską jako coś nieosiagalnego, były to [astronautka i badania kosmosu] zainteresowania hobbystów, na których patrzonono nieno z ukosa. Jednak z chwilą gdy pierwszy sputnik otworzył drogę w kosmos — i fakt ten musiał być powszechnieauważony — żywe, szerokie zainteresowanie tematyką kosmiczną stało się rzeczywiście zwykłą.

Trzeba zrozumieć fakt, że loty kosmiczne doprowadziły do istnienia zmian w naszym światopoglądzie. Z jednej strony bowiem ludzkość dorosła do nowych zadań, a z drugiej — wyniki badań kosmosu są zaskakujące nawet dla fachowców. Zważmy choćby takie sprawy jak zmiana poglądów na planety Mars i Wenus, możliwość odbywania dalekich podróży i uwolnienia się od więzów, w jakich trzymała nas Ziemia, nasza atmosfera itd. Człowiek nabrał pewności siebie, a rozpoczęte kroki w kosmos prowadziły dalej i z rozmachem. Za dalszych lat sześćdziesiąt postęp będzie tak ogromny, że na nasze dzisiejsze sukcesy patrzyć będziemy z uśmiechem politywania, niemniej jednak dzisiejszy postęp warunkuje przyszłe zmiany. [Wywiad przeprowadzony przez Izabellę Bobbe,

„Słowo Powszechne”, 22–23 VII 1978].

Zapytany przez B. Zagórską [„Echo Krakowa”, 28 VII 1958]: Czy czyta Pan powieści Lema? Doc. Kordylewski odpowiada: *W ogóle prawie nie czytam powieści, bo nie mam na to czasu. A pracę Lema uważam za bardzo cenne, ze względu na zainteresowanie społeczeństwa tymi problemami. Nauka, która nie jest nikomu potrzebna, musi zginąć.*

Podstawowe zasady, którymi kierował się w podejmowaniu badań naukowych, doc. Kordylewski przedstawił w wywiadzie udzielonym Lucynie Winnickiej [„Kurier Polski”, 25–26 XI 1973]: *Najważniejsze to podobać wszystkim obowiązkom i umieć myśleć inaczej. Nie trzeba za dużo analizować, ani podważać, ani formułować. Przyroda bez analizy i bez logiki funkcjonuje i działa, pszczoła nie uczać się potrafi się porozumiewać. Nie znamy języka przyrody, bo przestaliśmy go słyszeć. Ale narodzi się nowy Kopernik, który znów zacznie myśleć inaczej. Chciałbym tego doczekać.*

Jak gdyby kontynuacją tej myśli jest fragment wspomnianego już wywiadu dla „Przekroju”: *Uważam, że ludzie dzisiejszej doby na całym świecie, wychowani w kanonach myślenia logicznego i rachunków matematycznych nie wszyscy mogą uchwycić powiązanie między całą przyrodą. Jeśli coś się nie zgadza liczbowo, jeśli jest sprzeczne z ogólnym poglądem, uważały, że jest niedorzecze.*

I jeszcze raz wypowiedź dla „Dziennika Polskiego” [3 VII 1975]: *Idee nie powstają w drodze kalkulacji. Idee są raczej pewnym skokiem myślowym. Tak dalece, że ten, kto powiązał ideę, nie ma dla niej rzeczonego uzasadnienia, ale ma naturalne źródło: odczuwanie. Jestem przekonany, że tak myślał Kopernik. Penetracje obszarów nieznanych cechują wszystkich odkrywców.*

W wywiadzie zatytułowanym „Życie gwiazdami usiane”, udzielonym Zofii i Jerzemu Kluzom [„Gazeta Południa” (?), 2 II 1975]: Zawsze podkreślam, że droga do powodzenia polega ma znalezieniu innych, nowych rozwiązań, a nie na powtarzaniu tego, co robią inni. (...) Pytanie Księżyce? Dlaczego akurat ten temat? Powiem tylko, że był on wypracowany trzema dniami przeglądu całej astronomii. Zanim go obrałem, przejrzałem literaturę z okresu dwustu lat, szczególnie przewidując, że jest tam do

zbadania coś istotnego. Nie wystarczy upierać się, nie wystarczy trudzić się, trzeba jeszcze gruntownej znajomości „wroga”, zanim się go zaatakuj.

Doc. dr Kazimierz Kordylewski nie doczekał się tytułu profesorskiego. Z wypowiedzi dla Leszka Konarskiego [„Dziennik Polski”, 20 XII 1973] dowiadujemy się: *Nikt mnie nie zmusi do napisania samochwalnego referatu z prośbą o awans. Zabiegałem o innych. O sobie lubię mówić krytycznie. A zresztą jestem uparty, mam własne zdanie. A czy jestem docentem czy profesorem, to i tak w świecie nauki nie ma to najmniejszego znaczenia. Liczy się tylko konkretna praca.*

Jakże wymownym uznaniem osiągnięć znakomitego astronoma był wiersz Zbigniewa Jerzyny napisany jeszcze za życia Kazimierza Kordylewskiego i opublikowany w „Miesięczniku Literackim” (III/1967, str. 18):

Obłok Kordylewskiego

Januszowi Krasińskiemu

*Zapatrzony w Saturna, z ciągłym
lękiem w oczach, nie wiedziałeś, że nas
otacza wokół pierścień pyłu, pas
rozjaśnień — że Ziemia ma swoją
koronę —*

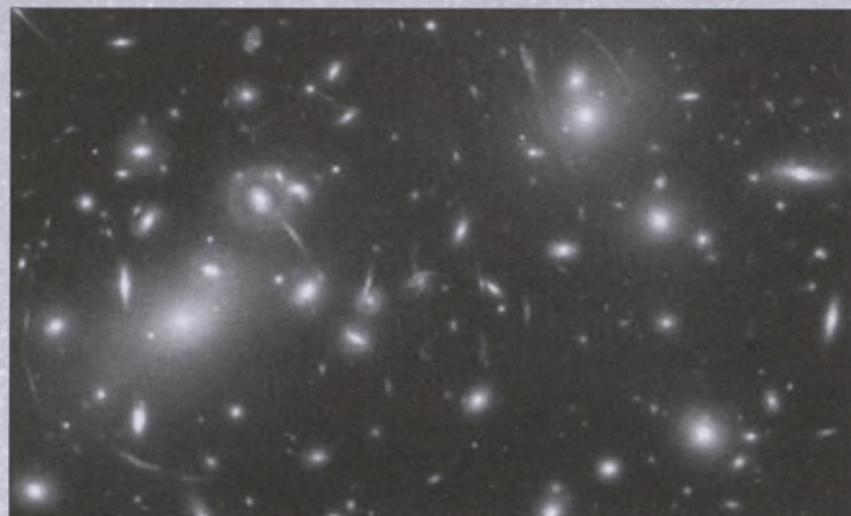
*Ruch wieczny nas porywa. Cień swój
rzuca Ziemia, gdy ręce chwytają życie,
jak strumienia.*

*Tu jest nasze królestwo — lśnią
diamenty nocy. W oczach naszych się
skupia Ziemi kres i Nieba. Śmierć nas
prowadzi co dzień w jasny pierścień
pyłu.*

*Z brudu, z cierpień obmyty — człowiek
się przemienia ponad Ziemią —
w światło kojące —*

Nie sposób w ramach jednego artykułu ująć całego bogactwa wypowiedzi docenta Kazimierza Kordylewskiego na temat astronomii i perspektyw jej rozwoju. Jednak nawet z przytoczonych niewielkich fragmentów wywiadów wyłania się wybitna osobowość krakowskiego Astronoma rozmówionego w uprawianej przez siebie dziedzinie.

Autor jest profesorem i kierow-
nikiem Katedry Astronomii w Akade-
mii Pedagogicznej w Krakowie
oraz głównym twórcą i kierowni-
kiem Obserwatorium Astronomicz-
nego na Suhorze w Gorcach.



Kanadyjscy i amerykańscy naukowcy wykorzystują efekt soczewkowania grawitacyjnego, który przypomina nieco działanie szkła powiększającego. Tym sposobem badają halo ciemnej materii wokół galaktyk. Okazuje się, że halo te mogą być nawet 5-krotnie większe niż same galaktyki.

Fot. NASA, Andrew Fruchter and the ERO Team [Sylvia Baggett (STScI), Richard Hook (ST-ECF), Zoltan Levay (STScI)]

Ciemna materia wokół galaktyk

Kanadyjscy i amerykańscy naukowcy wykonali pierwsze pomiary rozmiaru i kształtu masywnych halo ciemnej materii, które otaczają galaktyki. Natura ciemnej materii pozostaje nadal zagadką Wszechświata. Jednak naukowcom udało się uzyskać jej wyraźny obraz przy użyciu względnie prostej wiedzy fizycznej. Badane halo ciemnej materii okazały się ponad 50 razy masywniejsze niż wszystkie świecące w galaktyce obiekty razem wzięte.

Badania naukowców wskazują, że halo ciemnej materii rozciągają się ponad 5 razy dalej niż gwiazdy, które obserwujemy w galaktyce. Według badaczy w przypadku naszej Galaktyki halo rozciąga się na ponad 500 000 lat świetlnych (średnica Drogi Mlecznej szacowana jest na około 100 000 lat świetlnych), a waży około 880 mld razy więcej niż Słońce. Pomiary te potwierdzają najbardziej popularny obecnie model Wszechświata wypełnionego głównie tzw. ciemną zimną materią.

Ciemna materia nie emituje światła i dlatego nie można jej bezpośrednio obserwować. Oddziaływała ona jednak grawitacyjnie, wpływając na świeczącą materię. Badając materię świecącą, można wyciągać wnioski o tej ciemnej, której nie widać. Uważa się, że 25% całkowitej masy Wszechświata stanowi właśnie ciemna materia, 5% to normalna materia (z której jesteśmy zbudowaną), a ca-

ła reszta, czyli 70% przypada na tzw. ciemną energię (taki procentowy podział można było uczynić, wykorzystując równoważność masy i energii).

Ze wspomnianej teorii ciemnej zimnej materii wypełniającej Wszechświat wynika, że halo nie są idealnie kuliste, ale lekko spłaszczone. Kanadyjski zespół uzasadnia to stwierdzenie. Wykorzystując technikę słabego soczewkowania grawitacyjnego, która pozwala badać rozmiar i kształt ciemnej materii, zespół zmierzył ponad 1,5 mln odległych galaktyk przy użyciu dużego teleskopu na Hawajach. Małe zmiany kształtu obserwowanych galaktyk wskazują na spłaszczenie otaczających je halo.

Większość informacji na temat ciemnej materii pochodziło dotąd z pomiarów ruchu gazu i gwiazd wewnętrznych obszarów galaktyk. Pomocne w badaniach są również komputery wykonujące symulacje formowania struktur we Wszechświecie. Jednak dokonane właśnie pomiary słabego soczewkowania grawitacyjnego naukowcy mogą wyjaśnić tylko przy założeniu, że galaktyki otoczone są przez masywne 3-wymiarowe halo.

Część naukowców neguje istnienie ciemnej materii, proponując przeanalizowanie praw grawitacji, którymi posługujemy się, dokonując pomiarów. Kanadyjski zespół jest jednak przekonany, że wykonane przez nich pomiary obalą te teorie.

Przedstawione badania zostały zaprezentowane 25 lipca na XXV Zjeździe Międzynarodowej Unii Astronomicznej w Sydney w Australii.

opr. Karolina Zawada

APARAT CYFROWY W ASTROFOTOGRAFI

VI. UKŁADY PODWÓJNE GWIAZD

Zdolność rozdzielcza jest jednym z najistotniejszych parametrów opisujących możliwości posiadanej przez obserwacyjnego. Zapewne każdy miłośnik astronomii wyznacza ten parametr dla swojego teleskopu, posługując się znaną formułą $r'' = 140/D$, gdzie D jest średnicą obiektywu teleskopu w milimetrach. Tak wyznaczona teoretyczna wartość odnosi się jednak do teleskopu pozbawionego wad optycznych. Poza nimi istotny jest także seeing, który na ogół decyduje o efektywnej zdolności rozdzielczej posiadanej teleskopu.

Najlepszą metodą pozwalającą wyznaczyć zdolność rozdzielczą są obserwacje układów podwójnych gwiazd. Istniejące w literaturze zestawienia takich obiektów pozwalają dobrą zarówno układ podwójny gwiazd, który będziemy mogli zobaczyć rozdzielony, jak i taki, którego nawet przy użyciu dużego powiększenia nie będziemy w stanie rozdzielić. Rzeczywista zdolność rozdzielcza będzie znajdowała się pomiędzy tymi granicami. Warto w tym miejscu podkreślić rolę powiększenia teleskopu. Jeśli użyjemy zbyt małego powiększenia, to pomimo utworzenia wyraźnego obrazu układu podwójnego przez obiektyw teleskopu nie będziemy w stanie dostrzec obu składników oddzielnie.

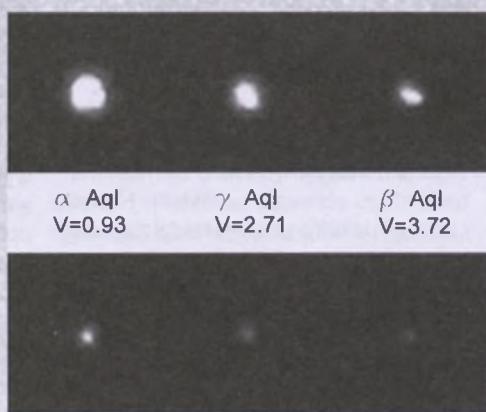
Gdy oglądamy zdjęcia nocnego nieba, bez trudu możemy stwierdzić, które gwiazdy są najjaśniejsze, a które najsłabsze. Podstawowym kryterium, jakim kierujemy się w ocenie jasności gwiazd, są rozmiary ich obrazów. Im gwiazda jest jaśniejsza, tym większą średnicę ma jej obraz. Rys. 1, przedstawiając powiększone obrazy 6 gwiazd należących do gwiazdozbioru Orła, doskonale ilustruje powyższą sytuację. Innym czynnikiem wpływającym na wielkość obrazów gwiazd na kliszy/CCD jest czas ekspozycji. Im dłuższą ekspozycję zastosujemy, tym większe będą obrazy gwiazd. Dobór odpowiedniego czasu ekspozycji w przypadku układów podwójnych, w których składniki mają podobną jasność, nie nastręcza większych problemów. Dziergamy taki czas ekspozycji, aby obrazy obu składników układu były wyraźnie widoczne i jednocześnie miały możliwie małe rozmiary. Jednak jeśli fotografujemy układ podwójny, w którym gwiazdy znacznie różnią się jasnością, to powinniśmy pamiętać, że obraz jaśniejszego składnika będzie większy aniżeli słabszego. W skrajnych przypadkach, kiedy różnice jasności mogą wynosić kilka magnitudo, może okazać się, że obraz jaśniejszego składnika będzie na tyle duży, iż obraz słabszej gwiazdy nie będzie w ogóle widoczny. W takim przypadku należy wydłużyć ogniskową tak, aby odległość

między obrazami obu składników układu podwójnego była co najmniej 2-3 razy większa niż promień obrazu jaśniejszej gwiazdy.

Ze względu na swoją wysoką rozdzielczość matryce CCD doskonale nadają się do fotografowania układów podwójnych gwiazd. Ważny jest również fakt, że wzrost czułości nie jest okupiony spadkiem rozdzielczości obrazu, jak w przypadku kliszy fotograficznej. Jest to szczególnie ważne, jeśli nie dysponujemy stabilnym montażem z dokładnym prowadzeniem teleskopu i zamierzamy wykonywać zdjęcia nieruchomym aparatem/teleskopem. Przekonajmy się zatem, czego na tym polu astrofotografii może dokonać kompaktowy aparat cyfrowy.

Do fotografowania został użyty aparat OLYMPUS Cameidia C-4000 ZOOM wyposażony w matrycę CCD zawierającą blisko 4 mln pikseli (rozmiary zdjęć: 2288×1712 pikseli) oraz obiektyw o ogniskowej 6,5-19,5 mm (światłościa 2,8). Zdolność rozdzielcza układu obiektyw-matryca CCD wyznaczona na podstawie deseni kreskowych wynosi około 100 linii/mm ($F = 19,5$ mm, $F/D = 2,8$), co odpowiada katowej zdolności rozdzielczej 1,5'.

Wartość ta porównywalna jest ze zdolnością rozdzielczą oka ludzkiego i jest niewystarczająca do fotografowania układów podwójnych gwiazd. Większość z nich, wykorzystywana w amatorskich obserwacjach astronomicznych, ma separacje na poziomie kilku — kilkunastu sekund łuku. Przyczyną tak niskiej katowej zdolności rozdzielczej użytego aparatu nie jest najmniej niska rozdzielczość matrycy CCD, lecz zbyt krótka ogniskowa obiektywu. Dla wartości 19,5 mm kątowe rozmiary pikseli wynoszą około $30'' \times 30''$. Gdyby rozmiary obrazów



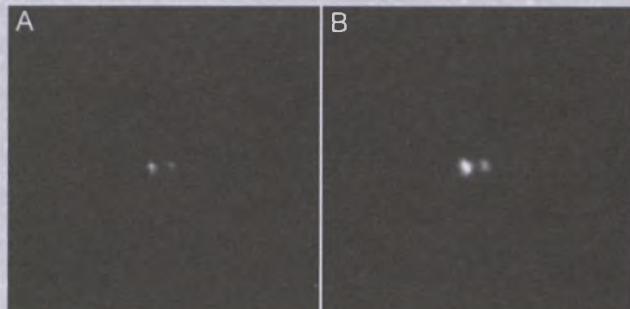
Rys. 1. Obrazy 6 gwiazd pochodzą z jednego zdjęcia o parametrach ekspozycji: $F=19,5$ mm, $F/D = 2,8$, $T_{\text{exp}} = 4$ s, 400 ASA

gwiazd mieściły się w pojedynczym pikselu, to teoretycznie moglibyśmy sfotografować układ podwójny o minimalnej separacji $60''$ ($F = 19,5$ mm). W rzeczywistości rozmiary obrazów gwiazd są znacznie większe od pojedynczego piksela, co widać wyraźnie na rys. 1. Najsłabsze gwiazdy mają średnice wynoszące około 4 pikseli, co oznacza, że w przypadku układu podwójnego zawierającego gwiazdy o zbliżonej jasności można zarejestrować oba jego składniki, jeśli odległość pomiędzy nimi wyniesie co najmniej $240''$.

Mimo powyższych ograniczeń kompaktowe aparaty cyfrowe mogą być używane do fotografowania układów podwójnych gwiazd pod warunkiem, że zwiększymy skalę odwzorowania obrazu na matrycy CCD. W tym celu powinniśmy wykorzystać projekcję okularową, dzięki której nie tylko zwiększymy efektywną ogniskową, ale także kątową zdolność rozdzielczą. Aby sprawdzić użyteczność takiej metody,

postanowiłem sfotografować jeden z najbardziej znanych układów wielokrotnych — Mizara (ζ UMa). Nawet w lornetce (powiększenie: 8-20 \times) Mizar jawi nam się jako piękny układ podwójny, w którym gwiazdy o jasnościach 2,4 i 4 mag. dzieli na niebie 14''. Do sfotografowania tego układu użyłem obiektywu MTO-1000 (F=1000 mm, D=100 mm), który razem z mieszkańcem i okularem o ogniskowej 25 mm stworzył układ optyczny dający na matrycy CCD skalę obrazu odpowiadającą ogniskowej wynoszącej około 1500 mm. Rys. 2 przedstawia dwie fotografie Mizara wykonane przy różnych czasach ekspozycji (A: 1/8 s, B: 1/2 s). Na obu zdjęciach wyraźnie widać zarówno oba składniki, jak i różnice w rozmiarach obrazów obu gwiazd (A: 16 i 12 pikseli, B: 20 i 16 pikseli). Warto podkreślić, że liniowa odległość pomiędzy dwoma składnikami układu ζ UMa wyniosła na matrycy CCD 0,1 mm!

Prezentowane zdjęcia Mizara pokazują, że pomimo pewnych istotnych ograniczeń konstrukcyjnych (niewymienna



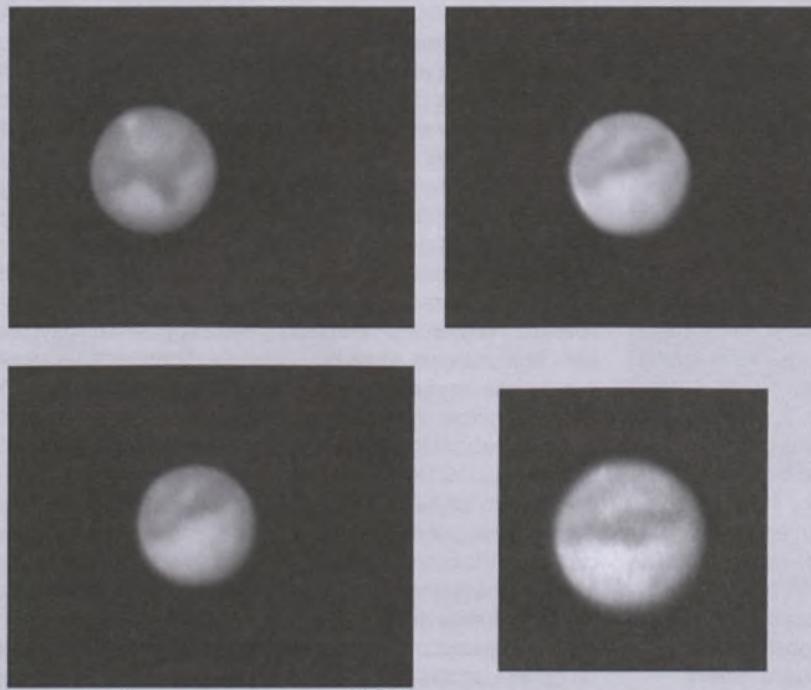
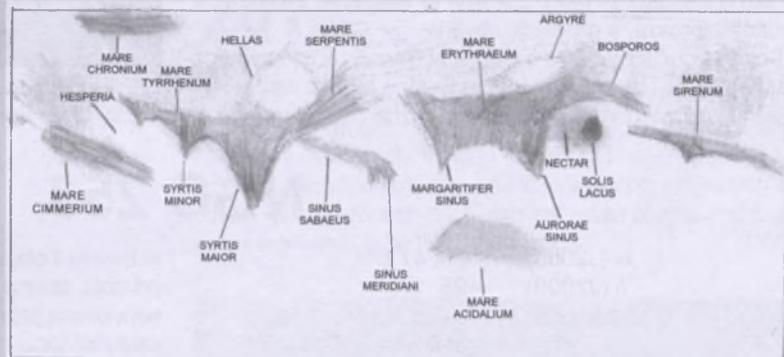
Rys. 2. F=1500 mm, D=100 mm, $T_{\text{exp}}(A)=1/8$ s, $T_{\text{exp}}(B)=1/2$ s, 400 ASA. Oba zdjęcia zostały wykonane bez prowadzenia aparatu/teleskopu

optyka) kompaktowe aparaty cyfrowe mogą być z powodzeniem wykorzystywane w fotografowaniu układów podwójnych gwiazd.

Wiesław Skórzyński

Czytelnicy obserwują

Mapa Marsa wykonana na podstawie obserwacji w okresie opozycji 2003 (sierpień-październik) przez Tomasza Ścieżora z Krakowa. Do obserwacji użyto teleskopu MTO-1000 (średnica 10 cm) z ogniskową wydłużoną do 200 cm przy okularze o ogniskowej 1 cm, co dało powiększenie 200 \times . Dla poprawienia kontrastu użyto pomarańczowego filtra. Mapa pokazuje, jak wiele szczegółów można zobaczyć w dobrych warunkach na Marsie w czasie opozycji przez tak niewielki teleskop.



Droga Redakcjo,
z przyjemnością dzielę się
z Redakcją „Uranii-PA” zdjęciami
powierzchni Marsa, które
wykonałem w okolicach tegorocznej
wielkiej opozycji.

Do wykonania ich użyłem
teleskopu Cassegraina 170/2800
z ogniskową wydłużoną ok. 3 \times ,
przemysłowej, monochromatycznej
kamery CCD, a nagrywane klipy
video obrabiałem przy pomocy
programu „Registax”.

Zdjęcia wg kolejności
przedstawiają Marsa widzianego
w dniach 4, 5 i 6 września 2003 r.

Ostatnie zdjęcie Marsa, w moim
przekonaniu najlepsze jakościowo
bo wykonane w najlepszych
warunkach pogodowych, pochodzi
z dnia opozycji Marsa tj. z 28
sierpnia br.

Z wyrazami szacunku
Maciej Michalunio

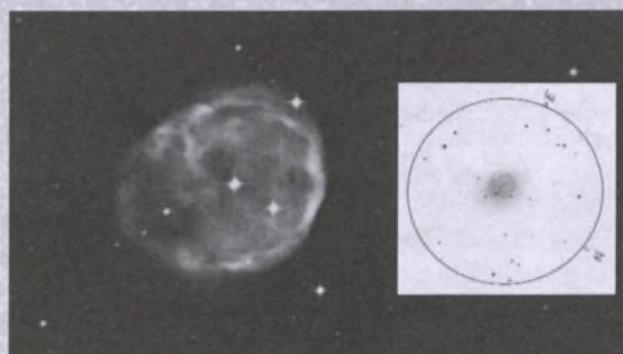
NGC 246

α (J2000)	00 ^h , 47,0 ^m
δ (J2000)	-11° 53'
Gwiazdozbiór	Wieloryb
Typ	mgławica planetarna
Jasność fotograficzna	8,0
Jasność wizualna	8,0
Jasność absolutna M _v	-0,6
Rozmiar	8,2'
Odgległość	480 pc
Prędkość radialna	-50 km/s

Mgławica ta została odkryta przez Williama Herschela. Dreyer w swoim katalogu opisał ją następująco: „bardzo słaba i rozproszona, rozległa, 4 gwiazdy widoczne pośród mgławicy”. Aby ją dostrzec, trzeba dysponować 15 cm teleskopem i ciemnym niebem. Mgławica należy do najjaśniejszych mgławic planetarnych na niebie, jednak ze względu na swoje duże rozmiary kątowe posiada małą jasność powierzchniową. Dlatego o sukcesie obserwacji decyduje w pierwszym rzędzie odpowiednio ciemne niebo. Typowo widać ją jako słabą, zaokrągloną poświatę, na tle której wyróżnia się grupa czterech gwiazd o jasności 11 mag. Sprawia to wrażenie, że widzimy bardzo rozproszoną gromadę otwartą.

Posiadacze teleskopów o średnicach powyżej 30 cm mogą obserwować elementy struktury mgławicy, przede wszystkim jej jaśniejszy zachodni brzeg oraz gwiazdę centralną.

Centralna gwiazda mgławicy (HIP 3678) ma jasność wizualną 12,0 mag. i temperaturę aż 120 000 K. Ciekawostką jest fakt, że najwyraźniej posiada ona fizycznego towarzysza. Jest nią oddalony o 3",8 karzeł ciągu głównego typu K0 o jasności wizualnej 14,3 mag. Obie gwiazdy mają wspólny ruch własny oraz podobną do samej mgławicy prędkość radialną. Pozostałe gwiazdy widoczne w obrębie mgławicy nie są z nią fizycznie związane. Średnica rzeczywista mgławicy wynosi około 5 lat świetlnych, a uwzględniony obecne tempo eksploracji wynoszące około 40 km/s, jej wiek szacuje się na około 7 tys. lat. Jest więc rówieśniczką cywilizacji sumeryjskiej.



Obraz NGC 246 pochodzący z Cyfrowego Przeglądu Nieba (DSS/NASA) oraz rysunek wykonany przez Billa Ferrisa

NGC 253

α (J2000)	00h, 47,6 ^m
δ (J2000)	-25° 17'
Gwiazdozbiór	Rzeźbiarz
Typ	galaktyka – SABc
Jasność fotograficzna	8,1
Jasność wizualna	7,1
Jasność absolutna M _v	-20,3
Rozmiar	30,0' × 6,9'
Odgległość	2500 kpc
Prędkość radialna	+241 km/s

Pod tym numerem kryje się jedna z najjaśniejszych i najpiękniejszych galaktyk widzianych z Ziemi. Została odkryta przez Karolinę Herschel, siostrę słynnego Williama, 23 września 1783 r. za pomocą małego szukacza komet. Jest bardzo jasna i pomimo tego, że w naszych szerokościach geograficznych wznosi się maksymalnie jedynie kilkanaście stopni ponad horyzont, można ją dostrzec w sprzyjających warunkach już za pomocą dobrego lornetki. Ze względu na swą charakterystykę i podobieństwo do M31, niektórzy nazywają ją Małą Mgławicą Andromedy. Często określa się ją jako Srebrną Monetę lub po prostu Galaktykę w Rzeźbiarzu. Dreyer określił jej wygląd następująco: „niezwykle jasna, niezwykle duża, wyraźnie eliptyczna, stopniowo jaśniejąca ku środkowi”.

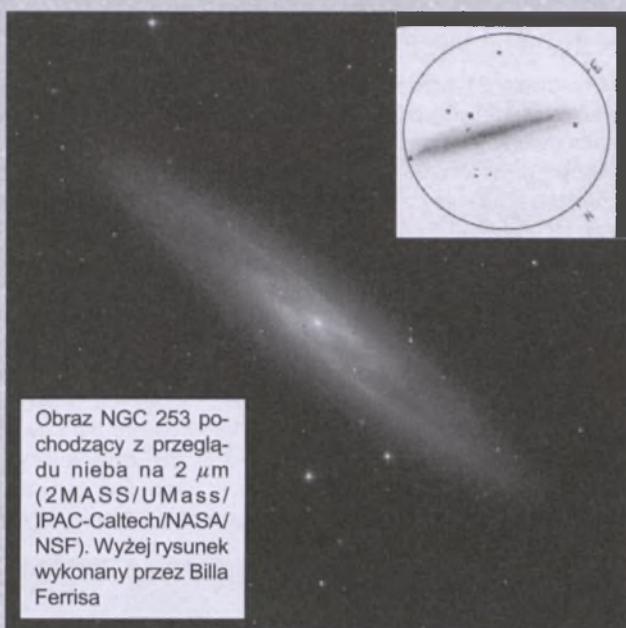
Aby zobaczyć takie szczegóły, jak ciemne pasma pyłu czy jaśniejsze fragmenty północno-wschodniego ramienia spiralnego, trzeba niestety dysponować dużym teleskopem (co najmniej 25 cm), a i to nie gwarantuje sukcesu ze względu na niską deklinację. Galaktykę tę najkorzystniej obserwować z naszej szerokości geograficznej w drugiej połowie jesieni.

Biorąc pod uwagę bliskość i rozmiary oraz możliwość roz-

różnienia i obserwacji pojedynczych gwiazd galaktyka ta już od dość dawna była intensywnie badana. Obok NGC 55 jest największą galaktyką w małej gromadzie w Rzeźbiarzu leżącej około 3 Mpc od nas. Jak dotąd uważa się, że gromada ta jest najbliższą naszej Lokalnej Grupie Galaktyk. W roku 1940 zaobserwowano w NGC 253, jak do tej pory jedyny, wybuch supernowej SN 1940E o jasności 14,0 mag. Stosunkowo niedawne obserwacje satelity IRAS wykazały, że mamy do czynienia z bardzo aktywną gwiazdotwórczo galaktyką, w której procesy te mają charakter lawinowy (ang. *starburst*) na podobieństwo aktywności w słynnej „wybuchającej” galaktyce M82 (patrz „Urania-PA” 3/2001). O skali aktywności tej galaktyki niech świadczy fakt, że w bliskiej podczerwieni NGC 253 jest najjaśniejszą galaktyką na niebie (pasmo K) oraz drugą pod względem wielkości (po M31). Na centralne, bardzo aktywne obszary wielokrotnie kierowano teleskop Hubble'a, czego efektem było stwierdzenie obecności dużej liczby bardzo masywnych i bardzo młodych gromad gwiazd w okolicy centrum tej galaktyki. To jednak nie wszystko. Ostatnie obserwacje wykonane w zakresie rentgenowskim przez obserwatorium orbitalne Chandra pozwoliły zidentyfikować w okolicach jądra bardzo dużą liczbę bardzo jasnych źródeł tego promieniowania, które miałyby pochodzić od średniomasywnych czarnych dziur — niedawno odkrytej potencjalnej klasy obiektów o masach rzędu kilku tysięcy mas Słońca. Spośród nich cztery są nadzwyczaj jasne i leżą w odległości około 1 kpc od środka galaktyki. Ich obecność jest na razie zagadką. Być może są to masywne czarne dziury w stadium formowania supermasywnej czarnej dziury we wnętrzu galaktyki, która uruchomiłaby w niej kwazara. Istnieje też inna możliwość, że obserwowane bardzo wysokie strumienie w zakresie X wywołane są silną kierunkowością

promieniowania tych źródeł i że są to „zwyczajne” czarne dziury o masach rzędu 10 mas Słońca, takie jak w naszej Galaktyce. Rozstrzygnąć pomiędzy tymi hipotezami (albo obie obalić) mogą tylko dalsze długotrwałe obserwacje. Na uwagę zasługuje tu fakt, że podobne niezwykle jasne w zakresie rentgenowskim obiekty wykryto w innych galaktykach silnie gwiazdotwórczych, tj. M82 oraz układzie Anteny (NGC 4038/9).

Obserwacje w bliskiej podczerwieni wykonane w ramach przeglądu całego nieba 2MASS (wykonanego w pasmach HKJ) pozwoliły wejrzeć w strukturę okolic centralnych i przyjrzeć się lepiej budowie samego dysku i ramion spiralnych zakrytych w zakresie optycznym przez pasma pyłu i obłoki HII. Okazało się, że NGC 253 w bliskiej podczerwieni wygląda zupełnie inaczej niż w zakresie widzialnym: ma bardzo wyraźną poprzeczkę, którą późno dostrzec na zdjęciach optycznych, również tych wykonanych teleskopem Hubble'a, oraz bardzo zwarte i jasne jądro. Jądro ma intensywnie czerwony kolor ($J-K>2$), który wskazuje na silną ekstyncję w tym kierunku. Co ciekawe, kolor ten jest podobny do koloru jąder aktywnych galaktyk Seyferta i AGN-ów. Jest to jeden z powodów, dla których część astronomów klasyfikuję tę galaktykę jako najbliższą nam galaktykę typu Seyferta.



Obraz NGC 253 pochodzący z przeglądu nieba na 2 μ m (2MASS/UMass/IPAC-Caltech/NASA/NSF). Wyżej rysunek wykonany przez Billa Ferrisa

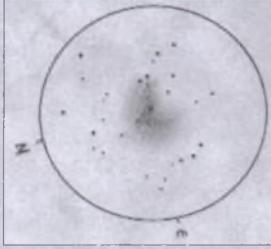
NGC 281

α (J2000)	00 ^h , 52,8 ^m
δ (J2000)	+56° 37'
Gwiazdozbiór	Kasjopea
Typ	mgławica emisyjna
Jasność fotograficzna	—
Jasność wizualna	7,4
Rozmiar	35' × 30'
Odległość	2,94 kpc
Prędkość radialna	-30 km/s

Obiekt katalogowy NGC 281 to mgławica emisyjna związana z obszarami HII i młodą gromadą gwiazd IC 1590. Została odnaleziona przez Edwarda E. Barnarda i określona przez niego jako: „słaba, bardzo rozległa i rozmyta”. Jej centralna, jaśniejsza część jest w kształcie rozmytej litery L, pośrodku której wyróżnia się gwiazda HD 5005 – układ poczwórnego bardzo gorących gwiazd typu O o jasności całkowitej 7,4 mag., który pobudza do świecenia większą część mgławicy. To taki jakby mniejszy odpowiednik słynnego trapezu Oriona. Mgławicę tę dość łatwo zobaczyć w teleskopie o średnicy około 15 cm, o ile niebo jest wystarczająco ciemne, jako słaba poświata. Jednak by podzielić detale jej budowy, przed wszystkim wyraźne ciemne pasma pyłu, konieczne jest użycie filtra mgławicowego i posiadanie teleskopu o średnicy co najmniej 25 cm.

Zanurzona w mgławicy gromada IC 1590 liczy około 60 członków, w większości gwiazd poniżej 13 mag. Dlatego trudno jest ją bezpośrednio dostrzec. Jej wiek wynosi zaledwie 3,5 mln lat i należy do najmłodszych znanych gromad gwiazd. Zawiera sporo obiektów, które jak się sądzi, są protogwiazdami w końcowej fazie kontrakcji grawitacyjnej. Obiekty te są wyraźnie widoczne dopiero w podczerwieni, gdyż ekstynkcja w zakresie optycznym osiąga dla nich 15 mag! Na mapach otrzymanych przez 2MASS łatwo się przekonać, że ciemne w zakresie optycznym pasma w bliskiej podczerwieni są właśnie najsilniejszymi obszarami emisji zarówno pyłu, jak i gazu molekularnego. Sama mgławica jest otoczona przez większy kompleks neutralnego wodoru zawierający ciemne globule Bok'a. Wyróżniono w niej dwa obłoki molekularne CO: jeden w części

południowo-zachodniej mgławicy (oznaczony jako N281B) i drugi w części południowo-wschodniej (oznaczony N281A). W obłoku N281B stwierdzono obecność maserów wodnych, emisji podczerwonej (źródło IRAS) i bipolarnych wypływów materii, które łącznie wskazują tam na istnienie wciąż aktywnych procesów gwiazdotwórczych. Całkowita masa obłoku jest szacowana w granicach 30 tys. mas Słońca. (DG)



Wyżej: obraz NGC 281 pochodzący z Cyfrowego Przeglądu Nieba (DSS/NASA). Obok rysunek NGC 281 wykonany przez Billa Ferrisa na podstawie obserwacji teleskopem Newtona o średnicy 25 cm, przy powiększeniu 36x. Zastosowano filtr mgławicowy Lumicon OIII

Galileo (1989-2003)

W niedzielę 21 września, po 14 latach pracy statek kosmiczny Galileo stopił się w atmosferze Jowisza. Gdy zapasy paliwa były na wyczerpaniu, Galileo został skierowany na kurs kolizyjny z Jowiszem, aby nie dopuścić do zderzenia z księżykiem Jowisza — Europą, na której Galileo odkrył podziemne oceany — a więc i możliwe życie. Nie chciano dopuścić, aby ziemskie bakterie, które jako pasażer na gapę odleciały z przylądka Canaveral, zanieczyśli powierzchnię satelity Jowisza. Gdyby bakterie przeżyły 14 lat podróży na statku oraz zderzenie z Europą, mogłyby kiedyś wprowadzić naukowców w nie lada zakłopotanie: czy znalezione w przyszłych misjach na Europie bakterie to nasi znajomi z Ziemi czy tubylcy z Europy?

Galileo uderzył w Jowisza z prędkością około 48 km/s (~178 tys. km/h), a następnie uległ stropniu, stając się integralną częścią atmosfery planety. Do zderzenia doszło na południe od równika Jowisza o 20:57 czasu polskiego. Od 1995 r. Galileo 35 razy okrążył jowiszowy system. Wystrzelony z Ziemi w 1989 przebył 4 631 778 000 km.

Galileo był pierwszym satelitą Jowisza wykonanym ludzką ręką. W ciągu 14 lat zdobył bogactwo informacji dotyczących króla wszystkich planet, jego licznych satelitów, ciemnych pyłowych pierścieni i promieniowania.

Wystartował z opóźnieniem 18 października 1989 r. z przylądka Canaveral na Florydzie. Nie udało się otworzyć wysoko wzmacniającej anteny, co mocno ograniczyło możliwości uzyskiwania zdjęć z satelity. 8 tygodni przed przybyciem do Jowisza zacięła się pokładowa nagrywarka i stracono szansę na sfotografowanie księżyca Io w zblżeniu. Usterka okazała się na szczęście chwilowa.

7 grudnia 1995 r. Galileo wszedł na orbitę Jowisza i mimo nieustannych technicznych usterek jego misja okazała się jedną z najbardziej wydajnych i użytecznych badań w historii Układu

Słonecznego. W ciągu pierwszych dwóch lat orbitowania wokół Jowisza Galileo obserwował największy księżyc w Układzie Słonecznym — Ganimedesę oraz zrytą kraterami Kallisto. Galileo okrążył po raz pierwszy Jowisza po 198 dniach, 27 czerwca 1996 r., poruszając się po mocno eliptycznej trajektorii. Przeleciał obok Ganimedesę w odległości 835 km, czyli 70 razy bliżej niż statki Voyager.

Galileo odkrył, że Ganimedes posiada pole magnetyczne, a zdjęcia wykonane z bliska ukazały lodowe góry na księżyku. Pokryta licznymi kraterami Kallisto była uważana za bardzo stary i nie zmieniający wyglądu księżyc Jowisza. Jednak Galileo pokazał, że Kallisto się zmienia. Wydaje się, że powierzchnia

Główna misja Galileo zakończyła się w grudniu 1997 r., po czym podjęto dodatkowe badania znane jako Galileo Europa Mission. Ich celem było zgłębienie sekretów lodowego świata Europy.

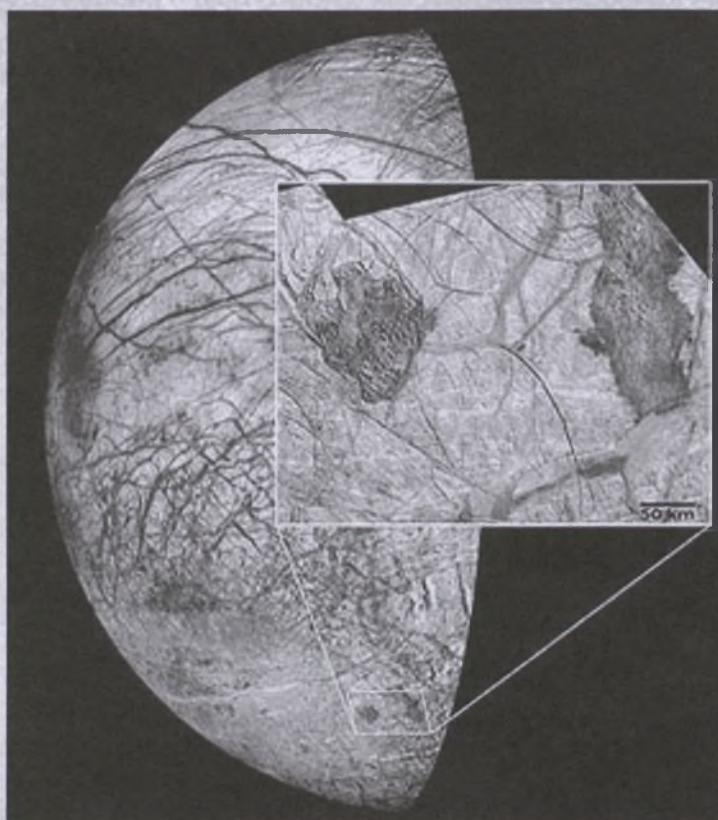
Dalsze badania przekonały większość naukowców, że najmniejszy z czterech księżyków odkrytych przez Galileusza posiada podpowierzchniowe oceany słonej wody, które mogłyby być siedliskiem obcej formy życia. Zaskoczeniem było także odkrycie, że takie oceany mogą kryć się pod lodowymi skorupami Ganimedesa i Kallisto.

Pierwsze kolorowe zdjęcie Io Galileo wykonał 25 czerwca 1996 r. z odległości 2,2 mln km. Późniejsze obrazy potwierdziły, że na tym wulkanicznym księżycu zaszły znaczne zmiany, odkąd 17 lat wcześniej wizytował go Voyager. Zobaczyliśmy wulkaniczne piropusze buchające z gwałtownych erupcji i kolorowe, siarkowe osady wokół głównych centrów aktywności. W październiku 1999 r. naukowcy zaryzykowali skierowanie detektorów Galileo na intensywne promieniowanie Io. Zdjęcia o wysokiej rozdzielcości ukazały obrazy lawy w różnej postaci: jeziora, wypływy, fontanny. Temperatura płynnych skał osiągnęła 1700°C, co jest najwyższą temperaturą lawy, jaką kiedykolwiek zmierzono w naszym Układzie Słonecznym.

Galileo badał również wewnętrzną strukturę wielkiej czerwonej plamy Jowisza, gazowy torus rozciągnięty wzdłuż orbity Io, składający się ze zjonizowanej materii, ciemne pyłowe pierścienie, mniejsze księżyce Jowisza i jego olbrzymią magnetosferę.

Ostatnia faza podróży Galileo rozpoczęła się 5 listopada 2002 r., gdy orbiter przeleciał obok Amaltei i przez pierścień Jowisza, rozpoczynając 35., ostatnie okrążenie wokół planety. W czasie tej ostatniej podróży Galileo oddalił się od Jowisza na odległość ponad 26 mln km, po czym wracał. Szybko nabierając prędkości, podążał ku swojemu przeznaczeniu...

opr. Karolina Zawada



Widok Europy ze statku Galileo Źródło: NASA/JPL

nia księżyca wygładza swoje zmarszczki i mniejsze ślady dawnych uderzeń, podczas gdy brzegi większych kraterów osuwają się, ukazując lodowe podłożę.

Następnie Galileo zwrócił swe „oczy” na sąsiadkę Ganimedesę — lodową Europę. „Oczy” satelity w postaci kamery CCD pokazały najbardziej szczegółowy obraz Europy pokrytej lodem i siecią drobnych szczelin. Wygląda na to, że w kilku miejscach lód pękł na kilka części, które teraz odsuwają się od siebie. Może to oznaczać, że pod lodową skorupą znajduje się woda.

VIII bieszczadzkie spotkania dyskusyjne: „Pola elektromagnetyczne ELF w astrofizyce, geofizyce i medycynie”

Spotkania dyskusyjne, zgodnie z wieloletnią tradycją w okresie najkrótszych nocy, odbyły się w Dwerniczku na Rusinowej Polanie 19-22 czerwca 2003 r. W tym spotkaniu aktywnie uczestniczyło, mimo licznych zapowiedzi, tylko 15 osób z następujących ośrodków naukowych: AGH, CAMK-u z Warszawy, Instytutu Fizyki UJ, Politechniki Rzeszowskiej i Obserwatorium Astronomicznego UJ.

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 19 wykładów, że o niekończących się dyskusjach do późnych, a jakże jasnych tu nocy, szerzej nie wspomnę; oto wykładowcy i tytuły zaprezentowanych wystąpień: Stanisław Micek — „Badanie wpływu pól EM ELF na człowieka”, „Fazowy detektor pola magnetycznego Tesla”, „Półprzewodnikowe detektory macierzowe”; Andrzej Kułak — „Wpływ niejednorodności gruntu na propagacje fali ELF w falowodzie Ziemia-jonosfera”, „Poszukiwanie wskaźników dyssypacji energii w układach rezonansowych o stałych rozłożonych”, „Z historii elektrodynamiki stosowanej: I, II, III”; Anna Odzimek — „Rezonansowa struktura widma naturalnych pól EM w zakresie ULF (0,5-4 Hz) — opis teoretyczny”, „Rezonansowa struktura widma naturalnych pól EM w zakresie ULF — analiza danych pomiarowych”, „Rezonansowa struktura widma naturalnych pól EM w zakresie ULF — obserwacje w Polsce i na świecie”; Maria Inglot-Siemaszko — „Pola EM ELF w Rzeszowie”; Michał Ostrowski — „Obrazy Wszechświata”; Mikhail Chetaev — „Akcelerometr a szum termiczny obecny we wszystkich pomiarach wielkości fizycznych”; Dawid Owiśiak — „Zależność między rytmem serca a zewnętrznym polem magnetycznym”, „Budowa układu bodźcowo-przewodzącego serca”, „Przebiegi potencjałów i prądów w komórce węzła zatokowo-przedsięwzięcia”; Jerzy Kubisz — „Próbkowanie i co dalej? — cyfrowa reprezentacja sygnałów analogowych”; Andrzej Kułak, Adam Michalec — „X lat badań pól EM ELF w OA UJ”.

W najkrótszą tegoroczną noc — 21/22 VI była wielka ulewa, która przeszkodziła w planowanych poszukiwaniach przysłowiowego kwiatu paproci. Dlatego też po rozpaleniu ognia w kominku dyskutowaliśmy nad „Obrazami Wszechświata”, które nam zaprezentował Michał Ostrowski przy użyciu rzutnika komputerowego.

Czas przeznaczony na spotkanie, zdaniem uczestników, zbyt szybko dobiegł końca, zatem zgodnie doszliśmy do wniosku: do zobaczenia i usłyszenia za rok, 17 czerwca w Dwerniczku, na dziewiątych bieszczadzkich spotkaniach dyskusyjnych.

Adam Michalec

Maria Inglot-Siemaszko

Konferencja ELF 2003

I znów się Polana z zakrętów wyłania

I znów jest nastrój

I nowe pytania

Obawa, czy myśli odczuciom nie przeszła

A „exces” w mierniku cyfrą jest, czy rzeczywiście...?

Gdy rzeczywiście... to nasza materia jest zjawą

I znów się mieszają niepewność z obawą

Czy Platon ma rację?

czy prawnuk Newtona?

Gdy obaj próbują, jak tam który umie

to Boga podglądać,

to dać upust dumie

albo chcą zasłużyć na całus wybranki (a)

albo muszą stawać w kongresowe szranki...

I tak wciąż od nowa

przyjadły i kawce

toczą się dyskursy ...

Naukowej cząstce nie jeden postronny

już nie może sprostać...

już mu się odbija...

już nie chce tu zostać!

Ale magia miejsca

urok gospodarzy

sprawiają,

że wszystko

znów się za rok zdarzy...

Rusinowa Polana, 21.06.2003



Gospodarze i uczestnicy VIII spotkań dyskusyjnych w Dwerniczku na Rusinowej Polanie, przed budynkiem Gawry

Wakacje z meteorami

W dniach 21 sierpnia — 7 września bieżącego roku w Stacji Obserwacyjnej Uniwersytetu Warszawskiego w Ostrówku odbył się kolejny, XIII już Obóz Obserwacyjny Pracowni Komet i Meteorów (PKiM), w którym wzięło udział 20 miłośników astronomii z całej Polski. Chociaż z założenia obóz przeznaczony był dla stałych współpracowników PKiM, znalazło się miejsce dla grona początkujących obserwatorów (w tym niżej podpisanej). Nowicjusze po przeszkołeniu teoretycznym i praktycznym — pod bacznym okiem bardziej doświadczonych obserwatorów — uczyli się wykonywać wartościowe naukowo obserwacje meteorów. Już po pierwszych nocach w towarzystwie spałujących gwiazd wszyscy opanowali wykonywanie obserwacji wizualnych meteorów ze szkicowaniem oraz wypełnianie raportów.



Pamiątkowe zdjęcie uczestników Obozu

Główne celem obozu były obserwacje meteorów — różnymi technikami — wizualnie, teleskopowo, fotograficznie i wideo. Tymi sposobami badaliśmy aktywność α-Aurigidów oraz domniemaną aktywność późnych Perseidów. Najliczniejsza była grupa obserwatorów wizualnych, której pracownikiem kierował Krzysztof Mularczyk. Sekcji teleskopowej przewodniczył Konrad Szaruga, natomiast obserwacje za pomocą kamer wideo prowadzili Kamil Złotkowski i Piotr Kędzierski. Ten ostat-

ni zajął się również obserwacjami fotograficznymi, wykorzystując lustrzanki Zenit i Praktica oraz tzw. shutter. Na podstawie raportów z obserwacji wizualnych podczas obozu była tworzona komputerowa baza wszystkich zarejestrowanych meteorów.

Poza meteorami głównym obiektem zainteresowania był znajdujący się w opozycji Mars, obserwowany za pomocą 25 cm refraktora Grubb, oddanego do dyspozycji uczestników. Sprzęt ten pozwalał na podziwianie szczegółów powierzchni Czerwonej Planety (doskonale widoczne były m.in. czapy polarne i Wielka Syrta), układu pierścieni Saturna i jego księżyców, Wielkiej Mgławicy w Andromedzie, M57, M13, M27 i innych ciekawych obiektów z Katalogu Messiera. Uczestnicy prowadzili także obserwacje plam słonecznych, niektórzy wykonywali również obserwacje zjawisk zakryciowych oraz gwiazd zmiennych. Była też okazja, aby przypatrzyć się pracy profesjonalnego 60 cm teleskopu Cassegraina.

Jednak nie samą astronomią człowiek żyje. W czasie wolnym były więc wyprawy na grzyby, udało się rozegrać kilka meczów piłki nożnej i siatkówki. Odbyły się tradycyjne „zaprzysiężenie” nowych obserwatorów, stale zwiększały też objętość „Zapiski Ostrowickie” — swoista obozowa kronika. Powstała też obszerna galeria zdjęć, której niewielką część można zobaczyć na stronach internetowych PKiM — <http://www.pkim.org>.

Obóz był doskonałą okazją, aby w swobodnej i sympatycznej atmosferze, będącej zasługą samych uczestników, nauczyć się obserwacji meteorów oraz ich analizy od wieloletnich, doświadczonych obserwatorów. Czas ten pozwolił także na nawiązanie kontaktów i przyjaźni z ludźmi zafascynowanymi pięknem gwieździstego nieba i obserwującymi je przy każdej nadarzającej się okazji.

Obóz przekonał mnie, że wizualne obserwacje meteorów są niezwykle proste. Do ich wykonywania nie potrzeba bowiem żadnego sprzętu — wystarczy orientacja na nocnym niebie, dobre chęci i nieco samozaparcia, aby — niezadłko przez kilka godzin — wytrwać mimo późnej pory na stanowisku. Jednak wyniki prawidłowo wykonanych obserwacji są wkładem w rozwój wiedzy o Wszechświecie, który może być udziałem każdego miłośnika astronomii. Dlatego też zachęcam wszystkich zainteresowanych obserwacjami wizualnymi do kontaktu z Pracownią pod adresem:

Krzysztof Mularczyk
Obserwatorium Astronomiczne
Uniwersytetu Warszawskiego
Al. Ujazdowskie 4
00-478 Warszawa
z dopiskiem „PKiM”,
e-mail: pkim@astrouw.edu.pl

Więcej wiadomości na temat meteorów i obserwacji, jak również informacje na temat aktualnych działań Pracowni można znaleźć w Internecie pod adresem www.pkim.org

Ewa Zegler

Spotkanie z Marsem w Nadbałtyckim Centrum Kultury

27 sierpnia br. z inicjatywy Oddziału Pomorskiego Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii w Nadbałtyckim Centrum Kultury w Gdańsku odbyło się *Spotkanie z Marem*.

Okazją do tego spotkania była Wielka Opozycja Marsa, która w tym roku zwróciła na Czerwoną Planetę szczególną uwagę. Program sesji w jej pierwszej części wypełniony został referatami wygłoszonymi przez znanych na polu polskiej i światowej astronomii naukowców. Byli wśród nich: prof. A. Woszczyk z Centrum Astronomii Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu („Zbadali Marsa przed lotami kosmicznymi”); prof. Marek Abramowicz z Instytutu Fizyki Teoretycznej Uniwersytetu Chalmersa i Uniwersytetu w Göteborgu („Orbita Marsa: epicykle, Kopernik, Kepler, Newton, Einstein i Fourier”); dr Krzysztof Ziołkowski z Centrum Badań Kosmicznych PAN w Warszawie („Mars w nowym obrazie Układu Słonecznego”).

O godzinie 17 otwarto dla publiczności wystawę pt. „Marsjańskie misje kosmiczne” przygotowaną przez Bronisława Małeckiego we współpracy z Oddziałem Pomorskim PTMA i Polskim Towarzystwem Astronautycznym (Wszystkie zdjęcia o łącznej powierzchni około 40 m² zaspisowała i wykona-

nała firma SOPHOS z Krakowa). Przedmiotem ekspozycji była prezentacja Marsa i jego miejsca w Układzie Słonecznym, a także najnowszych materiałów przedstawiających powierzchnię planety.

O godzinie 18 nastąpiła druga część wykładów, podczas której swoje tematy zaprezentowali prof. Andrzej Jurewicz oraz mgr Andrzej Kolarski. Prof. Jurewicz jest kierownikiem polskiego zespołu, który uczestniczył w opracowaniu i budowie jednego z przyrządów naukowych (planetarnego spektrometru fourierowskiego — PFS) znajdującego się na zmierzającej obecnie do Marsa sondzie Mars Express. Sekretarz Polskiego Towarzystwa Astronautycznego — Andrzej Kolarski mówił o udziale młodzieży w badaniach Marsa i przedstawił polskich laureatów konkursu marsjańskiego, którzy są dowodem na to, że „Badać Marsa możesz i Ty”.

W dalszej części *Spotkania* pod nazwą „Mars — rzecz wyobraźni” wzięli udział Mieczysław Abramowicz, Jerzy Szyłak i Jarosław Włodarczyk.

Program imprezy przewidywał również pokazy nocnego nieba z Marsem na pierwszym planie, lecz pogoda na to nie pozwoliła — niebo nad Gdańskiem było zachmurzone i padał deszcz. Członkowie Oddziału Pomorskiego PTMA nie dali jednak za wygraną i już następnego wieczoru na tle czystego nieba pokazali mieszkańców Gdańska to, czego nie było widać dobę wcześniej... Marsa w całej krasie, Plejady, Wielką Galaktykę Andromedy, wiele gwiazd podwójnych i kilka innych obiektów, które budziły w oglądających niemałe emocje.

Impreza była ze wszech miar udana. Na wykłady przyszło ponad 100 osób, zaś jeszcze liczniejsza grupa pojawiła się na wernisażu wystawy. Zwrócić należy przy tym uwagę na fakt, iż do dnia 20 września łącznie piętnaście klas z wielu trójmiejskich szkół gimnazjalnych i ponadgimnazjalnych przeszło, w ramach lekcji geografii lub fizyki z astronomią, do Nadbałtyckiego Centrum Kultury w Gdańsku. Okazją do tego była obecność Członków Oddziału Pomorskiego PTMA, którzy do zdjęć dodawali nieco tła w postaci dzisiejszej wiedzy na temat Czerwonej Planety a także historii i przyszłych planów jej eksploracji. Pod koniec września wystawa zo-

stanie przeniesiona do kościoła św. Jana przy ulicy Świętojańskiej 50 w Gdańsku i tam zostanie już na stałe!

Na szczególne słowa podziękowania zasługują Pani Bronisława Dejna z Nadbałtyckiego Centrum Kultury i jej liczni współpracownicy, którzy włożyli mnóstwo pracy i wysiłku, żeby zorganizować imprezę. Dziękujemy również Panu Profesorowi Robertowi Głębocikiemu z Instytutu Fizyki Teoretycznej i Astrofizyki Uniwersytetu Gdańskiego, który z właściwą sobie lekkością i humorem poprowadził sesję.

Mamy nadzieję, że takie przedsięwzięcia staną się w przyszłości okazją dla Miłośników Astronomii do szerokiego propagowania wiedzy o Kosmosie. Zapotrzebowanie na tego typu działania istnieje, czego dowodem jest wyżej opisane „Spotkanie z Marsem”. Już niedługo nadarzą się kolejne okazje... Pod koniec tego roku (26 grudnia) do Marsa dotrze misja Mars Express z polską aparaturą na pokładzie; w styczniu 2004 r. zaplanowano lądowanie łazików *Spirit* i *Opportunity* na powierzchni Czerwonej Planety; w połowie przyszłego roku do Saturna dotrze sonda Cassini, a na początku 2005 r. lądownik Beagle 2 wyładowuje na Tytanie. Więc:

POKAŻMY WSZYSTKIM PIĘKNONO NOCNEGO NIEBA...

Oddział Pomorski PTMA

Trzeci Obóz Szkoleniowo-Obserwacyjny PTMA

W dniach 24 VII — 4 VIII 2003 r. w schronisku na Hali Łabowskiej (pasmo Jaworzyny Krynickiej w Beskidzie Sądeckim) odbył się trzeci Obóz Szkoleniowo-Obserwacyjny PTMA „OSOP 2003”, w którym wzięło udział ok. 20 uczestników z całej Polski. Obóz został zorganizowany przez Oddział Krakowskiego Towarzystwa.

Pogoda była najlepsza z dotychczasowych — na 11 nocy tylko podczas 3 nie dało się nic obserwować. Oczywiście, największą atrakcją był Mars w pobliżu wielkiej opozycji, ale obserwowano również inne obiekty, m.in. była spora grupa polujących na obiekty Messiera. Początkujący 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 współrównych astronomicznych, na temat czasu w astronomii, podstaw mechaniki nieba, jak korzystać z kalendarzy astronomicznych i wygłosił dwa wykłady popularnonaukowe na temat problemu neutrin słonecznych oraz Wielkiego Wybuchu. Tadeusz Szufa z Oświecimia uczył, jak się orientować na niebie oraz omówił temat astrofotografii. Dr Tomasz Ścieżor z Krakowa opowiedział o obserwacjach planet, mgr Aleksander Trebacz z Niepołomic omówił obserwacje zakryciowe oraz wygłosił wykład popularnonaukowy na temat tajemniczych błysków na Marsie, Marcin Filipek z Krakowa pokazał, jak należy obserwować, a następnie opracowywać obserwacje gwiazd zmiennych, mówił o ciekawych zjawiskach astronomicznych w roku 2003 oraz zaprezentował slajdy o tematyce astronomicznej. Inż. Jacek Burda z Krakowa mówił na temat optyki teleskopowej oraz poinformował, jakie typy teleskopów należy wybierać do różnych typów obserwacji.

Oprócz wykładów i obserwacji odbywały się również wycieczki po okolicznych górach. Warto nadmienić, że Hala Łabowska jest na terenie Popradzkiego Parku Krajobrazowego, więc było na co popatrzeć. Na ogół uczestnicy odbywali krótkie wycieczki we własnym zakresie, ale jeden dzień został przeznaczony na dłuższą wyprawę: uczestnicy mogli się zgłosić do jednej z trzech grup o różnym stopniu zaawansowania i w zależności od tego przebyć trasę najłatwiejszą, średnią lub najtrudniejszą. Wszystkie trzy prowadziły przez najwyższy szczyt pasma, czyli Jaworzynę.

Warto nadmienić, że wielu wykładowcom przysłuchiwały się turyści nie będący uczestnikami Obozu, nieraz z dużym zainteresowaniem. Niektórzy również asystowali przy obserwacjach. Byli zacheccani do wstąpienia do naszego Towarzystwa, w czym zwłaszcza celował pan Tadeusz Szufa, który, notabene, zasłużył sobie na tytuł Wielkiego Gągdziarza Obozu.

Tegoroczny OSOP był bardzo udany, pogoda dopisała i uczestnicy byli zadowoleni, a to jest chyba najważniejsze.

Sławomir Stachniewicz

Rok 2004

Rok 2004 będzie obfitował w rzadkie i efektowne zjawiska astronomiczne możliwe do obserwacji przez miłośników astronomii w Polsce.

W roku tym wystąpią dwa częściowe zaćmienia Słońca: 19 kwietnia i 14 października, niestety obydwa niewidoczne w Polsce. Dojdzie także do dwóch całkowitych zaćmień Księżyca, 4 maja i 28 października, widocznych w Polsce.

W dniu 8 czerwca będzie widoczne niezwykle rzadkie zjawisko przejścia Wenus na tle tarczy Słońca. Zbliżające się do południa Słońce pozwoli na podziwianie tego zjawiska także z terenu Polski.

W 2004 r. do Słońca zbliży się 29 znanych komet, z których jedna (C/2001 Q4 (NEAT)) powinna być bez problemu widoczna gołym okiem.

We wrześniu do Ziemi zbliży się na wyjątkowo małą odległość niewielka planetoida (4179) Toutatis, dzięki czemu będzie możliwa jej obserwacja przez teleskopy amatorskie.

Styczeń

Słońce

Ziemia w swym ruchu po orbicie okołosłonecznej znajduje się najbliżej Słońca 4 stycznia o 18^h, a zatem Słońce będzie wtedy w perygeum w odległości około 147 mil km. Dni stają się coraz dłuższe. W Warszawie 1 stycznia Słońce wschodzi o 6^h45^m, zachodzi o 14^h33^m, a 31 stycznia wschodzi o 6^h19^m, zachodzi o 15^h20^m. W styczniu Słońce wstępnie w znak Wodnika.

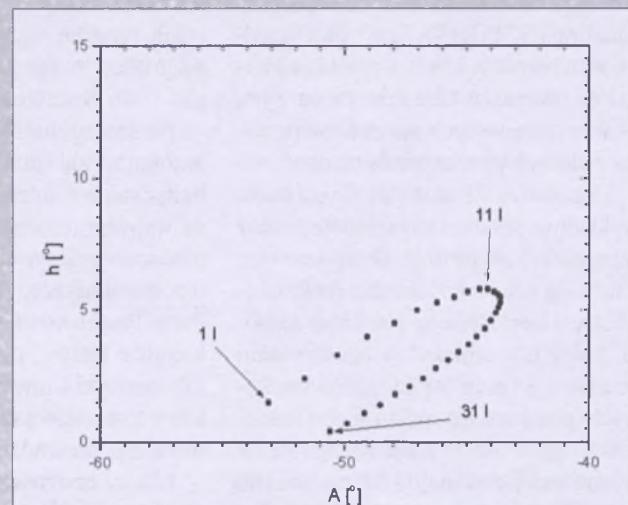
Dane dla obserwatorów Słońca (na 0^h UT)

I	1	2,37	-2,95	164,61
	3	1,39	-3,18	138,27
	5	0,43	-3,41	111,92
	7	-0,54	-3,64	85,59
	9	-1,51	-3,86	59,25
	11	-2,47	-4,07	32,91
	13	-3,42	-4,29	6,57
	15	-4,36	-4,49	340,24
	17	-5,30	-4,69	313,90
	19	-6,22	-4,88	287,57
	21	-7,14	-5,07	261,23
	23	-8,04	-5,25	234,90
	25	-8,93	-5,43	208,57
	27	-9,80	-5,59	182,24
	29	-10,66	-5,75	155,90
	31	-11,49	-5,91	129,57

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

B₀, L₀ – heliograficzna szerokość i długość środka tarczy;

13^d11^h58^m – heliograficzna długość środka tarczy wynosi 0°.



Rys. 1. Merkury nad wschodnim horyzontem (w Warszawie) w styczniu 2004 na początku świtu cywilnego (około godzinę przed wschodem Słońca)

Księżyc

Bezksiążycowe noce będącymi mieli w drugiej połowie stycznia, bowiem kolejność faz Księżyca jest w tym miesiącu następująca: pełnia 7^d15^h40^m, ostatnia kwadra 15^d04^h46^m, nów 21^d21^h05^m i pierwsza kwadra 29^d06^h03^m. W apogeum Księżyca znajdzie się w dniu 3 stycznia o 20^h18^m, w perygeum 19 stycznia o 19^h25^m i ponownie w apogeum 31 stycznia o 14^h00^m.

Planety i planetoidy

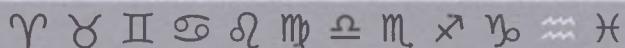
Przez prawie cały styczeń nad ranem nisko nad południowo-wschodnim horyzontem można próbować obserwować Merkurego, jednak będzie to trudne w związku z niskim położeniem planety nad horyzontem. W dniu 10 stycznia można ją znaleźć na wysokości zaledwie ok. 6° nad horyzontem (na początku świtu cywilnego, czyli na godzinę przed wschodem Słońca). W tym okresie Merkury osiągnie jasność 0^m przy średnicy tarczy 8" i fazie 40%.

Wieczorem coraz wyżej nad południowo-zachodnim horyzontem wznosi się Wenus widoczna jako „Gwiazda Wieczorna” o jasności -4^m. W ciągu miesiąca warunki widzialności planety poprawiają się – jej wysokość nad horyzontem (pod koniec zmierzchu cywilnego) rośnie od 13° do 23°. Przez teleskop możemy obserwować tarczę Wenus o średnicy 13" w fazie malejącej po pełni.

W pierwszej połowie nocy w gwiazdozbiorze Ryb można zobaczyć Marsa. W związku z oddalaniem się planety od Ziemi w ciągu miesiąca jej jasność maleje od +0,2^m do +0,7^m. Przez teleskop możemy obserwować tarczę Marsa, której średnica spada w styczniu od prawie 9" do 7", przez co obserwacje szczegółów powierzchniowych staną się utrudnione..

Przez całą noc możemy obserwować Jowisza świecącego w gwiazdozbiorze Lwa jako obiekt -2,3^m. Przez teleskop można obserwować zjawiska zachodzące w układzie galileuszowych księżyków planety.

W pierwszej połowie nocy w gwiazdozbiorze Bliźniąt widoczny jest Saturn jako „gwiazda” o jasności -0,3^m. Na początku miesiąca średnica tarczy planety osiąga największą w 2004 r. wielkość wynoszącą prawie 21", co ułatw-



- 9^d Księżyca Saturna Tytan w maksymalnej elongacji wschodniej.
9^d19^h54^m Gwiazda zmienna η Aql (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,5^m) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 4/2003].

10^d21^h Zakrycie brzegowe gwiazdy η Leo (3,5^m) przy ciemnym brzegu Księżyca po pełni, widoczne w pasie przechodzącym przez Wałbrzych, 25 km na północ od Opola, 18 km na północ od Częstochowy i 42 km na północ od Sandomierza (zachodnia granica 21^h28^m – wschodnia granica 21^h34^m).
11^d00^h Maksymalna libracja Księżyca (8,6°) w kierunku krateru Schickard (oświetlony).

12^d13^h Złączenie Jowisza z Księżycem w odl. 2°.

14^d22^h37^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^d Gwiazda zmienna długookresowa W And (miryda) (2^h17,6^m, +44°18') osiąga maksimum jasności (7,4^m).

15^d08^h Złączenie Wenus z Uranem w odl. 1°.

16^d01^h Odkrycie gwiazdy λ Vir (4,5^m) przy ciemnym brzegu Księżyca po ostatniej kwadrze, widoczne w całej Polsce (Zielona Góra 1^h43^m – Olsztyn 1^h45^m).

17^d Księżyca Saturna Tytan w maksymalnej elongacji zachodniej.

17^d00^h08^m Gwiazda zmienna η Aql (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,5^m) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 4/2003].

17^d09^h Merkury w maksymalnej elongacji zachodniej od Słońca w odległości 24°.

17^d19^h24^m Gwiazda zmienna δ Cep (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,5^m) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 1/2003].

18^d01^h Minimalna libracja Księżyca (3,5°) w kierunku Sinus Iridium (oświetlona).

19^d Gwiazda zmienna długookresowa V Peg (miryda) (22^h01,0^m, +6°07') osiąga maksimum jasności (8,7^m).

19^d23^h49^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^d01^h Złączenie Merkurego z Księżycem w odl. 5°.

20^d17^h41^m Słońce wstępuje w znak Wodnika, jego długość eklipsyczna wynosi wówczas 300°.

22^d02^h09^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa δ Lib osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 4,9^m do 6,0^m.

22^d18^h Złączenie Neptuna z Księżycem w odl. 6°.

23^d Gwiazda zmienna długookresowa R Sgr (miryda) (19^h16,7^m, -19°18') osiąga maksimum jasności (7,3^m).

23^d04^h11^m Gwiazda zmienna δ Cep (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,5^m) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 1/2003].

24^d Gwiazda zmienna długookresowa R Boo (miryda) (14^h37,2^m, +26°44') osiąga maksimum jasności (7,2^m) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 2/2003].

24^d00^h Złączenie Urana z Księżycem w odl. 5°.

24^d04^h23^m Gwiazda zmienna η Aql (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,5^m) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 4/2003].

24^d10^h Maksymalna libracja Księżyca (8,8°) w kierunku Mare Humboldtianum (oświetlone).

24^d21^h Złączenie Wenus z Księżycem w odl. 4°.

25^d Księżyca Saturna Tytan w maksymalnej elongacji wschodniej.

25^d01^h01^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].

28^d05^h Złączenie Marsa z Księżycem w odl. 3°.

28^d22^h22^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].

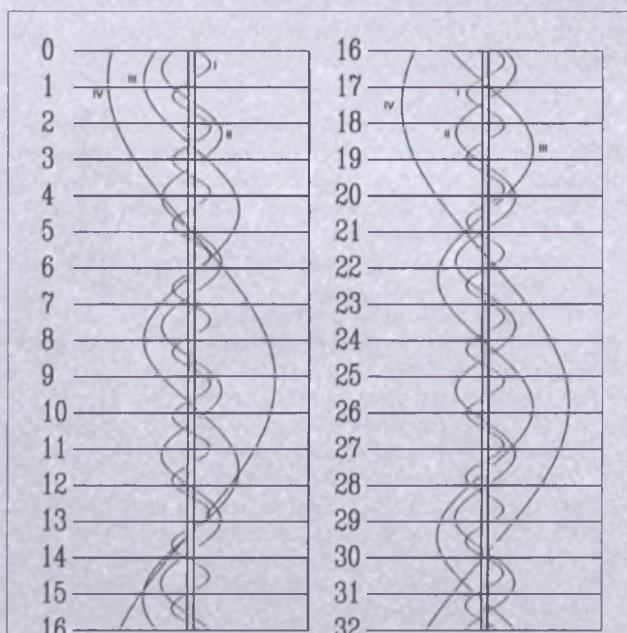
29^d Gwiazda zmienna długookresowa S Her (miryda) (16^h51,9^m, +14°57') osiąga maksimum jasności (7,6^m).

29^d01^h44^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa δ Lib osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 4,9^m do 6,0^m.

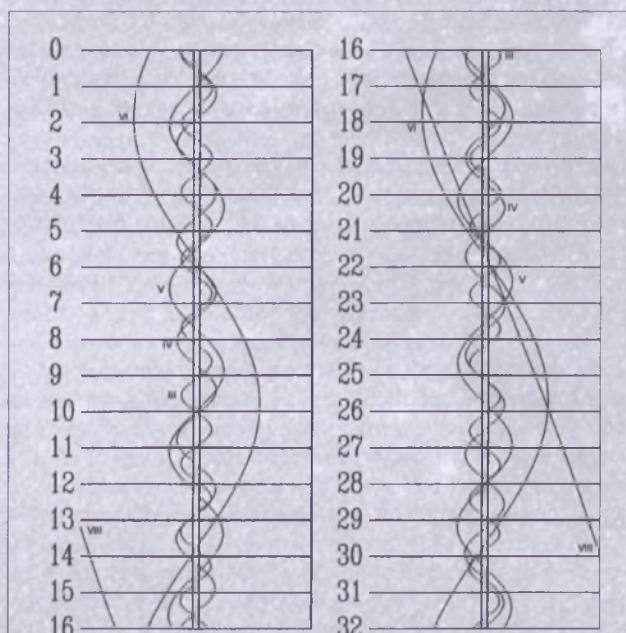
30^d02^h13^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa WW Aur osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 5,8^m do 6,6^m [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 5/2002].

30^d19^h30^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^d02^h Minimalna libracja Księżyca (2,1°) w kierunku Mare Australie (oświetlone).



Rys. 5. Konfiguracja galileuszowych księżyców Jowisza w styczniu 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. 6. Konfiguracja pięciu najjaśniejszych księżyco- w Saturna w styczniu 2004 (III – Tethys, IV – Dione, V – Rhea, VI – Tytan, VIII – Iapetus). Zachód na lewo od środkowego pasa (tarczy planety), wschód na prawo

Luty

Słońce

Dni stają się coraz dłuższe. Słońce wędruje po części ekiptyki polożonej pod płaszczyzną równika niebieskiego, ale jego deklinacja wzrasta w ciągu miesiąca od -17° do -8° , w związku z czym dnia przybywa prawie o dwie godziny: w Warszawie 1 lutego Słońce wschodzi o $6^{\text{h}}18^{\text{m}}$, zachodzi o $15^{\text{h}}22^{\text{m}}$, a 29 lutego wschodzi o $5^{\text{h}}24^{\text{m}}$, zachodzi o $16^{\text{h}}14^{\text{m}}$. W lutym Słońce wstępuje w znak Ryb.

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

II	1	-11,91	-5,98	116,41
	3	-12,72	-6,12	90,07
	5	-13,51	-6,26	63,74
	7	-14,29	-6,38	37,41
	9	-15,04	-6,50	11,07
	11	-15,78	-6,61	344,74
	13	-16,49	-6,71	318,40
	15	-17,18	-6,80	292,07
	17	-17,85	-6,89	265,73
	19	-18,49	-6,96	239,40
	21	-19,11	-7,03	213,06
	23	-19,71	-7,09	186,72
	25	-20,29	-7,14	160,38
	27	-20,84	-7,18	134,04
II	29	-21,36	-7,21	107,69
III	2	-21,86	-7,23	81,35

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

B_0, L_0 – heliograficzna szerokość i długość środka tarczy;

$9^{\text{d}}20^{\text{h}}10^{\text{m}}$ – heliograficzna długość środka tarczy wynosi 0° .

Księżyca

Bezksiężycowe noce będziemy mieli w drugiej połowie lutego, bowiem kolejność faz Księżyca jest w tym miesiącu następująca: pełnia $6^{\text{d}}08^{\text{h}}47^{\text{m}}$, ostatnia kwadra $13^{\text{d}}13^{\text{h}}40^{\text{m}}$, nów $20^{\text{d}}09^{\text{h}}18^{\text{m}}$ i pierwsza kwadra $28^{\text{d}}03^{\text{h}}24^{\text{m}}$. W perigeum Księżyca znajdzie się $16^{\text{d}}07^{\text{h}}43^{\text{m}}$ a w apogeum $28^{\text{d}}10^{\text{h}}45^{\text{m}}$.

Planety i planetoidy

Merkury znajduje się na niebie w pobliżu Słońca i jest niewidoczny.

Wieczorem coraz wyżej nad południowo-zachodnim horyzontem wznosi się Wenus, pod koniec miesiąca osiągając już wysokość ponad 30° (pod koniec zmierzchu cywilnego, czyli godzinę po zachodzie Słońca). Średnica tarczy planety osiąga prawie $20''$ przy jasności $-4,2^{\text{m}}$ i fazie 70%.

Warunki obserwacji Marsa pozostają analogiczne jak w styczniu, jednak w związku z dalszym oddalaniem się od Ziemi nadal maleje zarówno jasność (do $+1,1^{\text{m}}$) jak i średnica tarczy planety (do $6''$). Podobnie praktycznie nie ulegają zmianom warunki obserwacji Jowisza i Saturna,

jednak w związku z opozycją na przełomie lutego i marca średnica tarczy Jowisza osiąga największą w 2004 r. wartość, równą prawie $45''$, co ułatwia obserwację struktury chmur w atmosferze planety nawet przez niewielkie teleskopy amatorskie. W tym okresie jasność Jowisza wynosi $-2,5^{\text{m}}$. Uran i Neptun znajdują się na niebie w pobliżu Słońca i są niewidoczne. W porównaniu ze styczniem poprawiają się warunki porannej widzialności Plutona, którego na dwie godziny przed wschodem Słońca można odnaleźć na wysokości już prawie 20° nad horyzontem.

W lutym w pobliżu opozycji znajduje się jasna planetoida:

(1) Ceres, (jasność $7,4^{\text{m}}$). 10 II: $6^{\text{h}}58,2^{\text{m}}$, $+32^{\circ}03'$; 20 II: $6^{\text{h}}54,6^{\text{m}}$, $+32^{\circ}12'$; 1 III: $6^{\text{h}}54,3^{\text{m}}$, $+32^{\circ}10'$.

W lutym wieczorem nadal możemy obserwować kometę C/2002 T7 (LINEAR). Wysokość komety nad horyzontem w ciągu miesiąca maleje osiągając pod koniec lutego 17° (ok. 1,5 godziny po zachodzie Słońca). Pogorszenie warunków obserwacyjnych rekompensuje jednak wzrost jasności komety, która osiąga w tym okresie aż $6,5^{\text{m}}$:

10 II: $0^{\text{h}}16,5^{\text{m}}$, $+15^{\circ}24'$, $7,3^{\text{m}}$; 20 I: $0^{\text{h}}11,2^{\text{m}}$, $+13^{\circ}53'$, $6,9^{\text{m}}$; 1 III: $0^{\text{h}}07,3^{\text{m}}$, $+12^{\circ}37'$, $6,4^{\text{m}}$.

Meteory

W dniach od 15 lutego do 10 marca promieniują należące do kompleksu Virginid δ Leonidy (DLE). Maksimum aktywności tego mało aktywnego roju przypada 25 lutego. Radiant meteorów leży w gwiazdozbiorze Lwa i ma współrzędne rekt. $7^{\text{h}}00^{\text{m}}$, dekl. $+16^{\circ}$. Warunki obserwacji w tym roku są dobre w związku z Księżykiem między nowiem i pierwszą kwadrą.

* * *

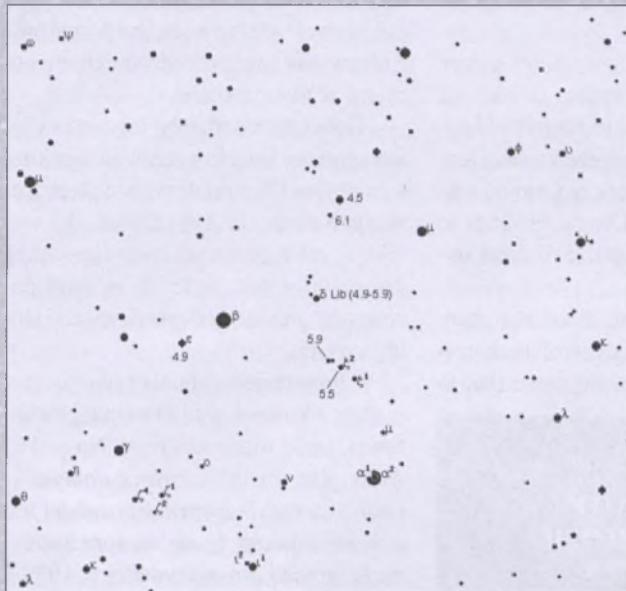
- 2^d Księżyca Saturna Tytan w maksymalnej elongacji zachodniej.
- 2^d11^h Neptun w koniunkcji ze Słońcem.
- 2^d21^h46^m Gwiazda zmienna δ Cep (cefeida) osiąga maksimum jasności ($3,5^{\text{m}}$) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 1/2003].
- 3^d05^h Złączenie Saturna z Księżykiem w odległości 4° .
- 4^d 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].
- 4^d Gwiazda zmienna długookresowa T Her (miryda) ($18^{\text{h}}09,1^{\text{m}}$, $+31^{\circ}01'$) osiąga maksimum jasności ($8,0^{\text{m}}$).
- 4^d03^h03^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].
- 5^d01^h18^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa δ Lib osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od $4,9^{\text{m}}$ do $6,0^{\text{m}}$.
- 5^d23^h33^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].
- 6^d18^h Maksymalna libracja Księżyca ($8,1^{\circ}$) w kierunku krateru Schickard (oswietlony).
- 8^d15^h Złączenie Jowisza z Księżykiem w odległości 2° .
- 10^d Księżyca Saturna Tytan w maksymalnej elongacji wschodniej.
- 10^d22^h Odkrycie gwiazdy θ Vir ($4,4^{\text{m}}$) przy ciemnym brzegu Księżyca przed ostatnią kwadrą, widoczne w całej Polsce (Wrocław $22^{\text{h}}35^{\text{m}}$ – Olsztyn $22^{\text{h}}40^{\text{m}}$).
- 13^d16^h Minimalna libracja Księżyca ($2,6^{\circ}$) w kierunku Oceanus Procellarum (oswietlony).
- 14^d Gwiazda zmienna długookresowa V Cas (miryda) ($23^{\text{h}}11,6^{\text{m}}$, $+59^{\circ}42'$) osiąga maksimum jasności ($7,9^{\text{m}}$).

tem 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. Ścieżor





Michał Heller, POCZĄTEK JEST WSZĘDZIE. Nowa hipoteza pochodzenia Wszechświata. Warszawa 2002, Wyd. Prószyński i S-ka, seria „Na ścieżkach nauki”, 198 s., cena 22 zł.

Tę najnowszą pozycję poświęconą kosmologii współczesnej powinno się czytać wraz z poprzednią, czyli właśnie z *Kosmologią kwantową* (Prószyński i S-ka, Warszawa 2001). Ksiądz prof. Michał Heller opisuje w nich problem uzgodnienia mechaniki kwantowej z ogólną teorią względności oraz kłopoty z początkiem świata. Co do tytułu, to należałoby jeszcze dodać, że i „porządek jest wszędzie” (we Wszechświecie i w prezentowanej książce).

Przede wszystkim — co jest obecnie istotnym *novum* w kosmologii — Autor rozpatruje nasz Wszechświat jako podzbiór wszystkich możliwych wszechświatów, jako ich... szczególny przypadek. Następnie są rozważane problemy związane z globalną historią Wszechświata, a także ze strukturą chronologiczną i przyczynową czasoprzestrzeni.

Kolejne rozdziały zostały poświęcone zmaganiom ze złośliwą naturą osobliwości, dramatowi początku i końca, kiedy to okazało się, iż po przyjęciu pewnych założeń w zamkniętym modelu Friedmana początek jest tożsamy z końcem, czyli jesteśmy wszędzie i nigdzie, wreszcie... demiurgowi i nowej geometrii (nieprzemiennej — jako analoga algебры nieprzemiennej).

Następnie Autor przechodzi do przedstawienia własnych poszukiwań w nowoczesnej kosmologii, prowadzonych wspólnie z Wiesławem Sasinem, posługując się także pojęciem grupoidu. Z rozważań tych zacytuje jedno kluczowe zdanie:

Geometria nieprzemienność nie tylko daje skutecną metodę badania osobliwości, ale — jak widzieliśmy — odpowiada również na pytanie o genezę czasoprzestrzeni.

Dalej Ksiądz Profesor pisze o tzw. nieprzemiennym reżymie w historii Wszechświata i ukazuje zarazem historię prób stworzenia nieprzemiennej teorii czasoprzestrzeni, poczynając od klasycznych prac Paula Diraca z 1926 r. do fundamentalnych osiągnięć Alaina Connese z 1995 r.

W następnych rozdziałach są rozważane kwestie istnienia dynamiki bez czasu (!) oraz wyylaniania się czasu (jak to



Autor ładnie nazwał). Jako testy weryfikacji empirycznej zasad fizyki nielokalnej zaproponowano dwa zjawiska. Pierwsze to słynny efekt EPR, który właśnie okazał się ...pozostałością po nieprzemiennej, nielokalnej fazie w dziejach Wszechświata. Drugi to paradoks Horyzontu, który z kolei okazał się wielkoskalowym śladem ery nieprzemienności.



Również w mechanice kwantowej idea modelu nieprzemienności znakomicie wyjaśniała tzw. kolaps funkcji falowej (Schrödingera), zwany inaczej redukcją wektora stanu, co jest powiązane z niezwykle istotnym zagadnieniem pomiaru w mikroświecie.

Końcowe rozdziały tej niezwykle intrygującej książki przedstawiają konkurencyjne (?) modele wobec prezentowanych przez Hellera i Sasina idei wynikających z geometrii nieprzemiennej, jak również nadążających za nimi poważnych implikacji filozoficznych i teologicznych.

W tym miejscu, chociaż jako niespecialista z kosmologii i grawitacji kwantowej, będę nieco złośliwy. Na s. 167 Autor pisze m. in.: ...równie dobrym — i bardziej radykalnym — sposobem jest całkowite pozbycie się czasoprzestrzeni. A tymczasem w wydanej w 1979 r. Powtórcie Stanisław Lem słowami Trurla i Klapaucjusza mówi: Postapiliśmy zupełnie inaczej. Najpierw wyrzuciliśmy z Uniwersum materię, przestrzeń i czas! No i masz... Genialna intuicja czy zbieg okoliczności? Niech się jednak Czytelnicy nie martwią o stan umysłowy piszącego tę recenzję: Lem filozofuje literacko, Heller — matematycznie.

Ostatni rozdział *Niedozwolony przeskok* — można by w zasadzie streszczyć w następującym stwierdzeniu: tak samo, jak bezsensowne okazało się ostatecznie pytanie — „gdzie jest koniec świata?” (w sensie Ziemi) — podobnie pozbawione sensu będą słowa: „skąd?”, „przedtem”, „zawsze” w odniesieniu do reżimu nieprzemennego. Natomiast sam tytuł „niedozwolony przeskok” określa wynik ...niedozwolonego przejścia z porządku logicznego do porządku ontologicznego. Czyli — jak to wielu przyrodoznawców intuicyjnie rozumie — na początku była Informacja. Skromnie pisałem też o tym w „Uranii-Postępcach Astronomii” 6/2002.

Niezwykła to książka, napisana przez znakomitego uczonego i doskonałego popularyzatora nauki, o czym wielokrotnie mogliśmy się przekonać (zob. np. „Urania” 10/1996). Trudno w krótkiej recenzji oddać głębię istoty tej pozycji. Należy ją po prostu przeczytać!

T. Zbigniew Dworak



Fenomen Kitaro

Znajomy autor planetaryjnych seansów astronomicznych na pytanie, czyją muzykę najczęściej wykorzystuje w przygotowywanych przez siebie spektaklach, odpowiedział jednym słowem: Kitaro! Muzykę tego japońskiego kompozytora i multiinstrumentalisty można usłyszeć na seansach w wielu planetariach na całym świecie. Na czym polega jej fenomen?

Na początek kilka słów o samym Kitaro. Naprawdę nazywa się Masanori Takahashi. Jego ojczyzną jest Japonia, lecz od jakiegoś czasu ma dom w Kolorado (USA), gdzie komponuje i realizuje nagrania muzyczne. W latach 70., podróżując po Europie, zetknął się z Klausem Schulze i pod jego wpływem zaczął tworzyć medytacyjną muzykę elektroniczną wzboagaoną brzmieniami starojapońskich instrumentów. Jednak jego głównym źródłem inspiracji zawsze była i jest sama Natura. W Japonii mieszkał w małej wiosce górskiej, skąd roztaczał się wspaniały widok na górę Fuji, a nocne niebo iskrzyło tysiącami gwiazd. Na rynku płytowym zadebiutował w 1978 r. płytą *Tenkai* (ang. *Astral Voyage*). Jednak rok później światowy rozgłos przyniosła kompozytorowi muzyka do japońsko-chińskiego serialu telewizyjnego „Jedwabny Szlak” (*Silk Road*)*, gdzie w mistrzowski sposób połączyl tradycyjną muzykę Orientu z romantyczną tradycją Zachodu.

Słońce, Książyc, gwiazdy i planety

twarzyszące pionierom słynnego Jedwabnego Szlaku łączącego w dawnych wiekach Europę i Azję pomagały orientować się w terenie, wytyczać kierunek wędrówki. Później, gdy ich następcy kroczyli ubitym traktem, te same astronomiczne ciała towarzyszyły im w wędrówce, dając radość obcowania z naturą i jej niezmaconymi prawami, natomiast ich nawigacyjne znaczenie schodziło na plan dalszy. I tak jest z muzyką Kitaro. Niesie radość obcowania z pięknem otaczającej nas przyrody. Bez analizy skutkowo-przyczynowej, bez stochastycznych rozoważań, bez dywagacji nad jej fenomenologizmem. Tylko czysty zachwyty istnienia.

Muzyka Kitaro to próba wyrażenia dźwiękami niewysłowionego piękna, próba uchwycenia tego momentu, gdy z naszej świadomości znikają wszelkie myśli i zostaje tylko uczucie zjednoczenia z Naturą, uduchowionym Wszechświatem...

Żadnych pragnień, żadnych potrzeb, nirvana... błogi stan, jaki odczuwać może chyba tylko niemowlę zanurzone w ciepłym, bezpiecznym wnętrzu matki...

Gaja — Matka Ziemia w pustym, lodowato zimnym lub zbyt gorącym i rzączącym śmiertelnym promieniowaniem Kosmosie...

Dziecko wtulone w ramiona matki, patrzące ciekawym wzrokiem na świat, który dopiero odkrywa w swej świadomości.

Czyż nie jest podobna kondycja Człowieka spoglądającego z powierzchni naszej Błękitnej Planety w Kosmos? Można właśnie dlatego tak dobrze muzyka Kitaro rezonuje z emocjami widza planetaryjnego spektaklu. To nic, że niebo jest sztuczne. Emocje są zawsze prawdziwe.

Jest jeszcze jedna, bardzo ważna cecha muzyki Kitaro. Ta muzyka jest ponadprzestrzenna — unosząca myśl poza granice wyobraźni. Jak powiedział Konstanty Ciołkowski: *Ziemia jest kołyską ludzkości. Ale jak długo Człowiek może żyć w kołysce?*

Jacek Drążkowski

* Serial realizowany na przełomie lat 70. i 80. Telewizja Polska wyemitowała dopiero w połowie latach 90.



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

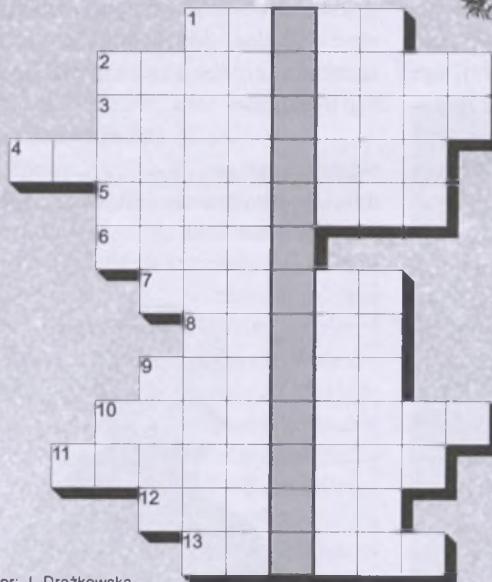


relaks z Uranią

Rozwiązań krzyżówki z „Uranii-PA” nr 4/2003 jest hasło: „CZY JEST WODA NA MARSIE?”.

Nagrody książkowe wylosowali: **Jan Maszkowski** ze Szczecinka i **Andrzej Pindel** z Woli. Gratulujemy. Nagrody wyślemy pocztą.

Tym razem do diagramu należy wpisać polskie nazwy gwiazdozbiorów nieba południowego, których lokalizacja została naniesiona na mapę pochodzązącą z „Uranografii” Jana Heweliusza. Litery z zaznaczonych pól utworzą hasło.



Autor: J. Drążkowska



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

Biblioteka Główna UMK



26

300041403448

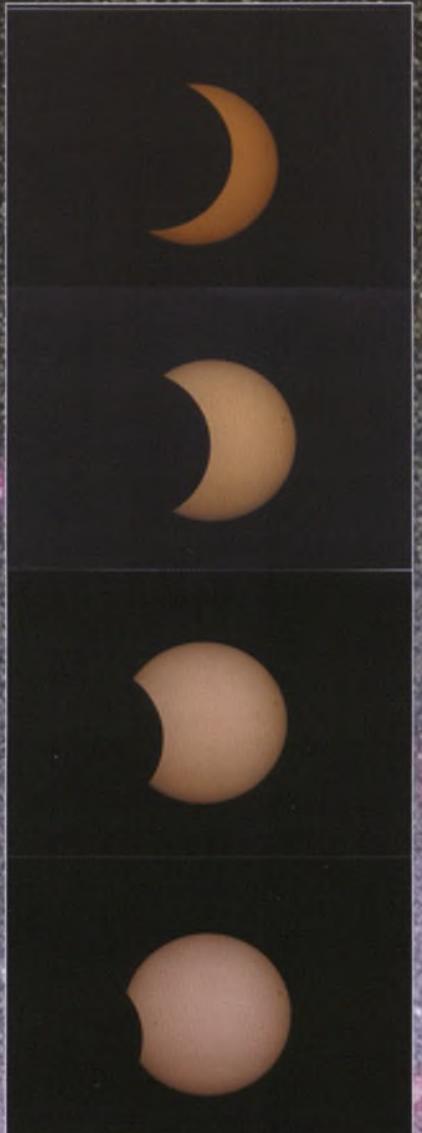
Ciekawe strony internetowe...

Niedawno zatrzymaliśmy się na stronie „łowców meteorów” — The International Meteor Organization. Dziś proponuję podobną wycieczkę — chodzi o stronę „Comets and meteor showers” — jej twórcą i administratorem jest Gary W. Kronk.

Pod adresem <http://www.comets.amsmeteors.org/> znajdziemy kolejną, nie wyróżniającą się szczególnie bogatą szatą graficzną stronę, gdzie jest dostępna informacja o bardzo zróżnicowanym poziomie. Można zacząć od definicji minuty czy sekundy kątowej a skończyć na aktualnych efemerydach komet czy szczegółowych danych dotyczących rojów meteorów, żeby nie wspomnieć o licznych odnośnikach do dodatkowych materiałów — podobnie jak w przypadku wspomnianej na początku strony „łowców meteorów”. Ponieważ jest to strona przeznaczona dla amatorów, można spodziewać się bardzo zróżnicowanego poziomu wiedzy użytkowników. Dlatego np. w miejscu, gdzie podane są efemerydy komet, można jednocześnie znaleźć odnośniki do definicji elementów orbitalnych. Dostępne są aktualne efemerydy dla wszystkich znanych komet periodycznych, jednak przypadkowemu użytkownikowi nie mającemu do czynienia z systematycznymi obserwacjami poleciłbym bardzo niewiele ciekawe informacje historyczne dotyczące poszczególnych rojów. Ze strony głównej, poprzez „Calendar” a następnie kolejne miesiące, dostajemy się do listy rojów widocznych w danym miesiącu. A dalej wybieramy to, co nas interesuje (czy zainteresuje) w danym momencie... (rs)

Galeria Uranii

Seria zdjęć majowego zaćmienia to dzieło Ireneusza Jankowskiego z Sie- mianowic Śl. Do ich wykonania po- sługiwał obiektyw MTO-11CA zaopatrzo- ny w filtr mylarowy. Przy robieniu zdjęć 4-11 dodatkowo była zasto- wana soczewka Barlowa (film FujiCo- lor Superia 100 ASA).



Nie lada gratką dla miłośników obserwacji astronomicznych była w tym roku Wielka Opozycja Marsa. Pan Franciszek Chodorowski z Kilonii Księżyne przysłał 4 szkice rysunkowe wykonane podczas obserwacji wizualnych przeprowadzonych

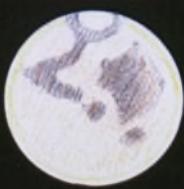
w dniach 24.07, 20.08, 29.08, 06.09. Obserwacje wykonywał za pomocą teleskopu Soligor 200/800 przy powiększeniu ×200.

Niżej seria zdjęć Marsa wykonanych za pomocą teleskopu Maksutov-Cassegrain 150/1800 Intes MK-67

z Barlowem 2× oraz kamerki internetowej Philips Toucam Pro 740, na- stępnie obrabionych za pomocą pro- gramów Registax 2.0 i Photoshop 7.0.

Wszystkie zdjęcia wykonano mniej więcej w czasie górowania. Zostały one zrobione w taki sposób, aby uwidoczyć możliwie wszystkie obszary powierzchni Marsa.

Nagrania sekwencji i wstępna ob- róbkę w Registaxie wykonali Artur Wrembel i Jarosław Kustosz, a koń- cową w Photoshopie Wojciech Broczkowski.



26.08



02.09



05.09



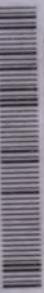
17.09



21.09



Biblioteka Główna UMK



300041403448

ISSN 0032-5414

Astronomowie polscy u stóp pomnika Mikołaja Kopernika (XXXI Zjazd PTA w Toruniu). Fot. Hans Hermann Heyer (ESO)