

## Кароткія задачы

- Укажыце прыблізна даты, калі ў нарвежскім горадзе Тромсё бываюць а) палярныя ночы; б) палярныя дні; в) белыя ночы. Белай называецца ночь, калі Сонца апускаецца пад гарызонт, але не глыбей чым да  $-6^{\circ}$  вышыні (г. зн. усю ночь працягваюцца грамадзянскія сумеркі). Атмасферныя эфекты і вуглавыя памеры Сонца не ўлічвайце.
- Турист, гуляючы па цэнтры старадаўняга єўрапейскага горада 1 лістапада, заўважыў на плошчы сонечны гадзіннік. І здзівіўся: на яго дакладна заведзеным наручным гадзінніку было роўна 14.00, а сонечны гадзіннік паказваў 14.15. Падумайце, у чым прычына гэтага разыходжання і адкажыце на пытанне: які час будзе паказваць сонечны гадзіннік, калі турист вернеца сюды ў 14.00 1 ліпеня? Вызначце далгату гэтага горада. Указанне: горад знаходзіўся ў 1-м часавым поясе.
- Камета рухаеца па практычна парабалічнай арбіце і праходзіць па рэкордна блізкай адлегласці ад Марса - 140 000 км. Ці можа яна стаць спадарожнікам Чырвонай Планеты? Адказ падмацуйце разлікамі. Адзначым, што апісаная сітуацыя сапраўды мела месца 19 кастрычніка 2014 года з каметай C/2013 A1 (Макнота).
- Касмічны апарат абарочваеца па выцягнутай арбіце з вялікай паўвосцю 50 000 км і з вышынёй у перыгеі 300 км. Пры праходжанні перыгею хуткасць апарата змяншаеца на 1 м/с з-за тармажэння ў атмасфера (лічыце, што гэтая змена хуткасці адбываеца імгненнем). На колькі пры гэтым змяншаеца апагейная адлегласць? Як будзе эвалюцыянаваць форма такой арбіты?
- Знакамітая "лятучая" зорка Барнarda ў сузор'і Змеяносца за год перасоўваеца адносна далёкіх зорак на  $10.13''$ . Гэта слабая чырвоная зорачка з бачнай велічынёй  $9.57''$ . Адлегласць да яе складае 1.83 пк, а яе прамянёвая хуткасць роўная  $111 \text{ км}/\text{с}$  (зорка рухаеца да нас). Разлічыце прыблізна, у якім годзе зорка падыйдзе да Зямлі на мінімальную адлегласць. Ці можна будзе тады назіраць яе няўзброеным вокаў?



Сонечны гадзіннік XVIII ст. у Ішчална (Шчучынскі раён, Беларусь)



Камета над Марсам  
(ілюстрацыя мастака)

- ## Доўгая задача
- Планета радыусам  $R$ , якая хутка абарочваеца вакол сваёй восі, мае альбеда паверхні  $A$  і абарочваеца вакол зоркі са свяцільнасцю  $L$ . Радыус арбіты планеты складае  $a$ . Мяркуючы, што ў стане раўнавагі планета перавыпраменявае ўсю паглынутую энергію як абсалютна чорнае цела, вызначце:
    - Чаму роўны паток выпраменявання, які трапляе ад зоркі на паверхню планеты?
    - Колькі энергіі планета адлюстроўвае і рассейвае ў адзінку часу?
    - Колькі энергіі планета паглынае ў адзінку часу?
    - Чаму роўная сярэдняя чорнацельная тэмпература паверхні планеты?
    - Калі дапусціць, што адно паўшар'е планеты заўсёды павернута да зоркі, якой будзе сярэдняя тэмпература гэтага паўшар'я?
    - Выкарыстоўваючы даведачныя дадзенныя, вызначце сярэднюю тэмпературу павернутага да Сонца паўшар'я Месяца, прымаючы, што Месяц заўсёды павернуты да Сонца адным бокам (паколькі ён абарочваеца вельмі павольна). Арбіту Зямлі лічыце кругавой.

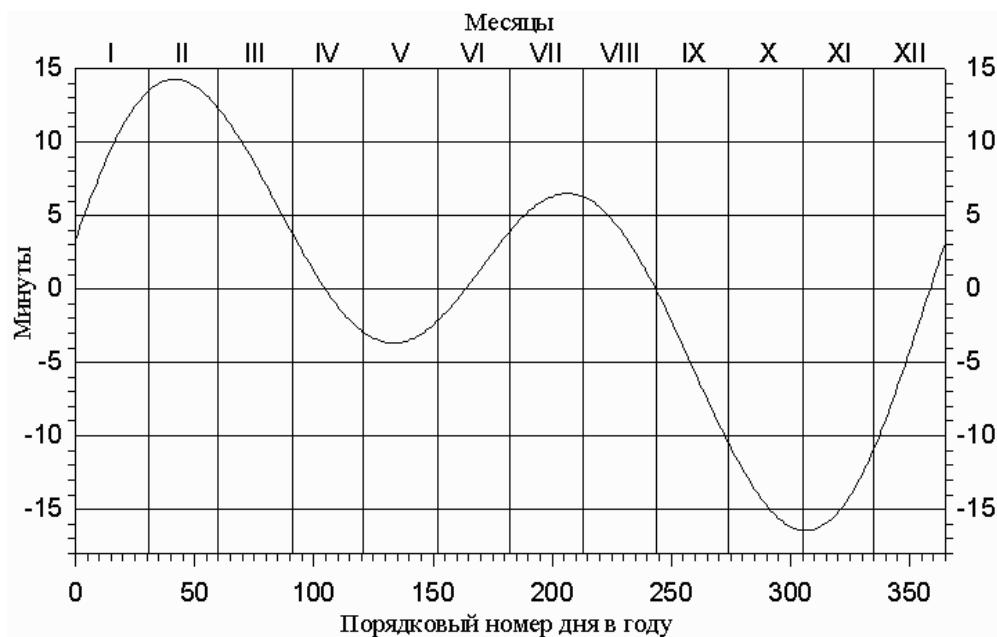
## Даведачныя дадзеныя

Шырата Тромсё	$69^{\circ}39'$ пн.ш.
Вугал наклона экліптыкі да экватара	$23^{\circ}27'$
Пастаянная сусветнага прыцягнення	$6.67 \cdot 10^{-11} (\text{Н}\cdot\text{м}^2)/\text{кг}^2$
Маса Сонца	$1.99 \cdot 10^{30}$ кг
Вялікая паўвось зямной арбіты	$1.496 \cdot 10^{11}$ м
Вялікая паўвось арбіты Марса	1.524 а.е.
Маса Марса	$6.42 \cdot 10^{23}$ кг
Маса Зямлі	$5.97 \cdot 10^{24}$ кг
Экватарыяльны радыус Зямлі	6378 км
Свяцільнасць Сонца	$3.85 \cdot 10^{26}$ Вт
Альбеда месяцовой паверхні	6.7%
Пастаянная Стэфана-Больцмана	$5.67 \cdot 10^{-8} \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}^4)$
1 парсек	$1 \text{ пк} = 3.09 \cdot 10^{16} \text{ м}$

Схіленне Сонца на любую дату можна прыблізна разлічыць па формуле

$$\sin \delta_{\odot} = \sin \varepsilon \sin \left( \frac{360^{\circ}}{365^d} t \right),$$

дзе  $\varepsilon$  – вугал нахілу экліптыкі да экватара, а  $t$  – колькасць дзён, якія прайшли з моманту веснавога раўнадзенства.



Графік ураўнення часу  $\eta = T_{\text{cp}} - T_{\odot}$ .