

**Розв'язки задач теоретичного туру**  
**IV етапу I Всеукраїнської учнівської олімпіади з астрономії**  
**(28.03.2011 м. Львів)**

**10-й клас**

**1. Айсберг.** З прямокутного трикутника (рис. 1) отримаємо

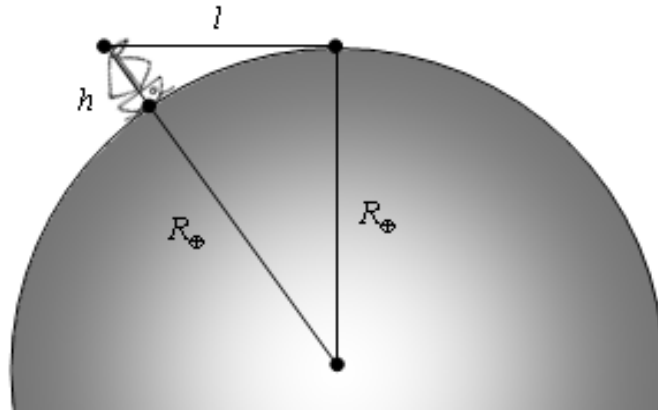


Рис. 1

$$l^2 = (R_{\oplus} + h)^2 - R_{\oplus}^2,$$

де  $h$  – висота айсберга,  $l$  – відстань до нього, коли він зникає з очей. Оскільки  $h \ll R_{\oplus}$ , то для радіусу планети матимемо

$$R_{\oplus} = \frac{l^2}{2h} = 10000 \text{ км.}$$

**2. Обертання Землі.**

Варіант 1.

а) Оскільки за умовою задачі Земля обертається у зворотному напрямку, то кутову частоту наступності сонячних діб визначаємо як різницю частот

$$\omega_s = -\omega_{\text{ос}} - \omega_{\text{орб}},$$

де  $\omega_{\text{ос}}$  – частота осьового обертання планети;  $\omega_{\text{орб}}$  – частота її орбітального руху.

Оскільки  $\omega = 2\pi/T$ , то після нескладних перетворень отримаємо:

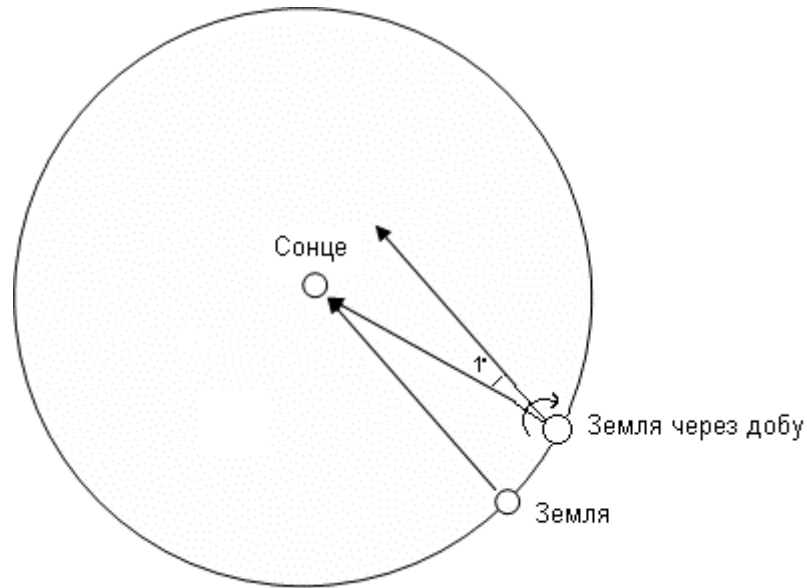
$$T_s = -\frac{T_{\text{ос}} T_{\text{орб}}}{T_{\text{орб}} + T_{\text{ос}}} = -23^{\text{h}} 52^{\text{m}} 08^{\text{s}}$$

Сонячна доба була б коротша, ніж зараз, а знак мінус означає, що Сонце на небі Землі пересуватиметься у цьому разі у протилежному напрямку: сходити на заході та заходити на сході.

б)

$$\frac{T_{\text{троп}}}{T_s} = 367,25 \text{ діб}$$

## Варіант 2.



а) Нехай зараз відбувається кульмінація Сонця (рис. 2). Якщо Земля буде обертатися в протилежному напрямку, то для того, щоб Сонце знову кульмінувало, Землі потрібно повернутися на  $360^\circ/365 \approx 1^\circ$  менше, ніж повний оберт. Поворот на  $1^\circ$  займає у Землі приблизно  $24 \text{ год}/360^\circ = 4$  хвилини. Тобто сонячна доба буде МЕНШЕ періоду обертання (який як і зараз дорівнює 23 год 56 хв) на 4 хвилини, тобто становить 23 год 52 хв.

б) Зараз у році 366,25 зоряних діб (періодів обертання навколо осі). За рік Земля «зеконюмить» час в 1 сонячну добу за рахунок обертання навколо Сонця, тобто тепер встигне пройти 367,25 сонячних діб.

### 3. Сонячне затемнення на полюсах.

У жодні місяці. Це неможливо навіть для часткового затемнення. У цьому випадку максимальна відстань між точками спостереження не може перевищувати діаметр конусу місячної півтіні. На поверхні Землі, який складає приблизно два діаметри Місяця (7000 км, це можна також порахувати з геометричних міркувань). Відстань між полюсами Землі становить 12742 км.

### 4. Марс-500.

На Марсі вільне падіння відбувається повільніше. Оскільки  $h \sim gt^2$ , то  $t \sim 1/g^{1/2}$ . Отже на Марсі все повинно бути наче в  $(g_3/g_m)$  разів повільніше. Величини прискорень вільного падіння на Землі та Марсі візьмемо з таблиць:

$$\begin{aligned} g_3 &= 9,81 \text{ м/с}^2, \\ g_m &= 3,71 \text{ м/с}^2. \\ \left(\frac{g_3}{g_m}\right)^{1/2} &= \left(\frac{9,81}{3,71}\right)^{1/2} = 1,63 \end{aligned}$$

Таким чином, зйомка в земних умовах повинна здійснюватись на швидкості у 1,63 рази більше нормальної, тобто  $V_3 = V_m \cdot 1,63$  кадрів на секунду.

## 5. Кошенята та Місяць.

а) Кутовий діаметр Місяця становить  $\approx 0,5^\circ$ . Видимий кутовий діаметр голови кошенята оціночно удвічі більший, тобто, становить  $\approx 1^\circ$ . Реальний розмір голови кошеня дорівнює приблизно 6 см. Такі розміри видно під кутом  $1^\circ$  з віддалі  $r \approx 0,06 / (\text{tg } 1^\circ) = 0,06 \times 57 \approx 3,5$  м.

Відповідь: фотограф перебуває на відстані 3-4 м від місця, де сидять кошенята.

б) Місце спостереження – Львів, широта  $\approx 50^\circ$ . «Вік» Місяця близько 9 днів. Висота Місяця над горизонтом:  $2^\circ$  над краєм знімку +  $16^\circ$  знімок над горизонтом =  $18^\circ$ .

Шляхом уявної побудови трьохвимірної просторової картини розташування Місяця та Сонця можна приблизно встановити кут між лінією горизонту та напрямком на Сонце – приблизно  $40^\circ$ .

Момент спостереження – наприкінці лютого, до моменту рівнодення. Тому Сонце не вище екватору над горизонтом, тобто не вище  $90^\circ - 50^\circ = 40^\circ$ . Отже Сонце перебуває близько кульмінації.

Кульмінація Сонця у Львові ( $24^\circ$  східної довготи) відбувається приблизно о 12 годині 24 хвилин за поясним часом (для  $30^\circ$  сх. довготи – рівно о 12-й, а  $6^\circ$  відповідають 24 хвилинам). Але так як обчислення висоти Сонця з дуже невеликою точністю, ми можемо говорити про час біля середини дня.

## 6. Парадоксальна планета.

Нічого парадоксального немає. Планета за кожні 4 роки 7 разів вступає у з'єднання з Сонцем, в середньому 1,75 разів на рік, але графік цих з'єднань такий, що за нашим календарем номер того року, на який припадає лише одне з'єднання, ділиться на 4, тому лише одне з'єднання припадає на високосний рік.

Більше одного разу на рік в з'єднання можуть вступати тільки внутрішні планети. Для них з'єднання бувають двох типів – верхні та нижні.

*Синодичний період – це період між однойменними конфігураціями, тобто він складає (8 років/7 однотипних з'єднань) = 7/8 року. За формулою синодичного руху для внутрішніх планет*

$$\frac{1}{S} = \frac{1}{T_{пл}} - \frac{1}{T_3}$$
$$T_{пл} = 0,53 \text{ року} = 195 \text{ діб.}$$

Або

*Якщо за 4 роки 7 разів відбуваються з'єднання, то на протягом 4-х років планета на 3,5 оберту пережене Землю, тобто обернеться навколо Сонця  $4 + 3,5 = 7,5$  разів. Тоді період обертання навколо Сонця складе  $4/7,5 = 0,53$  р = 195 діб.*