

**Авторські розв'язки завдань I етапу  
Всеукраїнської учнівської олімпіади з астрономії 2025-2026 н.р.  
11 клас**

**1.** За поданими характеристиками обчислити відстані до зір та розташувати їх в порядку зростання відстаней:

- 1) зоря  $\alpha$  (видима зоряна величина  $m_1=3.82$ , абсолютна зоряна величина  $M_1=0.671$ )
- 2) зоря  $\beta$  (видима зоряна величина  $m_2=4.48$ , абсолютна зоряна величина  $M_2=-1.4127$ )
- 3) зоря  $\eta$  (видима зоряна величина  $m_3=3.82$ , абсолютна зоряна величина  $M_3=-0.9546$ ) **(5 балів)**

**Розв'язок:**

$$M = m + 5 - 5 \lg d$$
$$5 \lg d = m - M + 5$$
$$d = 10^{(1/5)(m - M + 5)}$$

$$d_1 = 42.64 \text{ пк}$$
$$d_2 = 150.85 \text{ пк}$$
$$d_3 = 90.14 \text{ пк}$$

**Відповідь:**  $\alpha$ ,  $\eta$ ,  $\beta$ .

**2.** Космічний корабель повертається на Землю з далекої подорожі. Пролітаючи біля однієї з планет Сонячної системи, астронавти виміряли видиму зоряну величину Сонця і одержали значення  $m = -21.84$ . В околицях якої планети знаходився космічний корабель у цей момент? **(10 балів)**

**Розв'язок:**

Нехай віддаль корабля від Сонця дорівнює  $r = x \cdot a$ , де  $a$  – астрономічна одиниця. Згідно з означенням видимої зоряної величини

$$m = -2.5 \lg \left\{ \frac{L_{\odot}}{4\pi a^2 x^2} \cdot \frac{1}{I_0} \right\}, \quad (1)$$

де  $L_{\odot}$  – світність Сонця,  $I_0$  – масштаб для вимірювання світлового потоку (приблизно світловий потік Веги при вимірюванні із Землі). Як відомо, видима зоряна величина Сонця, виміряна із Землі, дорівнює

Згідно з умовою задачі  $m = -21.84$ . З рівняння (1) знаходимо, що

$$m = -2.5 \lg \left\{ \frac{L_{\odot}}{4\pi a^2 I_0} \right\} = -26.73. \quad (2)$$

$$-21.84 = -26.73 + 2.5 \lg x^2, \quad (3)$$

тому  $\lg x \approx 0.98$  і  $x \approx 9.54$ . Отже, корабель знаходився в околі Сатурна, бо середній радіус його орбіти дорівнює 9.54 а.о.

**3.** Зоря випромінює у 55 разів більше енергії, ніж Сонце, а її поверхнева температура дорівнює 11000 К. Паралакс зорі дорівнює 0.010 секунд дуги, а зоряні величини  $m_v = 5.0$ . Визначити радіус зорі та її абсолютну зоряну величину. **(10 балів)**

**Розв'язок:**

Використаємо формулу для світності зорі:

$$L = 4 \pi R^2 \sigma T^4.$$

Світність зорі у світностях Сонця

$$\frac{L}{L_{\odot}} = \frac{R^2 T^4}{R_{\odot}^2 T_{\odot}^4}.$$

Звідси

$$\frac{R^2}{R_{\odot}^2} = \frac{LT_{\odot}^4}{L_{\odot} T^4}.$$

Підставимо значення:

$$\frac{L}{L_{\odot}} = 55, T = 11000 \text{ K}, T_{\odot} = 5778 \text{ K} \quad (\text{температура Сонця})$$

Обчислимо:

$$\frac{R}{R_{\odot}} = (4.19)^{1/2} = 2.05.$$

Зв'язок між паралаксом, видимою і абсолютною величинами:

$$M_V = m_V + 5 \log_{10} p + 5,$$

де  $p = 0.010$  — паралакс у секундах дуги.

Тоді:

$$M_V = 5.0 + 5(-2) + 5 = 5.0 - 10 + 5 = 0.0$$

Зоря має  $M_V = 0.0$ .

- 4.**
- Диск Сонця, який спостерігається на небі, називають:  
**А) справжнім Сонцем.**
  - Великий круг небесної сфери, площина якого перпендикулярна осі обертання Землі:  
**В) небесний екватор.**
  - Проміжок часу між двома послідовними верхніми кульмінаціями точки весняного рівнодення:  
**Б) зоряна доба.**
  - Азимут та висота — координати, якої системи небесних координат:  
**Г) горизонтальної.**
  - Явище, коли Сонце опустилось нижче горизонту більш, ніж на  $12^\circ$ , але менше, ніж на  $18^\circ$ :  
**В) астрономічні сутінки.**
  - Найбільша за розмірами (на даний момент) карликова планета Сонячної системи:  
**А) Плутон.**
  - Найбільший об'єкт головного поясу астероїдів:  
**А) Церера.**
  - Пульсари відносяться до:  
**Б) нейтронних зір.**
  - Масивна зоря масою понад  $8-12 M_{\odot}$  на останній стадії життя вибухає як:  
**Г) наднова.**
  - Найближча зоря до Сонячної системи — Проксима Центавра — є:  
**В) червоним карликом.**

**(10 балів)**

5. Астрономи виміряли, що деяка міжзоряна комета досягає максимальної швидкості в перигелії приблизно  $v_p \approx 68$  км/с при відстані  $r_p \approx 1.3561$  а.о. від центру Сонця. Візьмемо, що відстань до Проксими Центавра дорівнює 4.246 світлових років.

1) Покажіть, чи є орбіта комети відкритою (гіперболічною).

2) Якщо комета летіла від Проксими зі сталою міжзоряною швидкістю, оцініть час її польоту до Сонця в роках. **(15 балів)**

**Розв'язок:**

1) Швидкість втечі на відстані 1.3561 а.о. від Сонця становить приблизно  $v_b = (2GM_{\text{sun}}/r_p)^{1/2} \approx 36.17$  км/с. Оскільки  $v_p \approx 68$  км/с  $>$   $v_b$ , орбіта є гіперболічною.

2) Швидкість комети на віддаленій від Сонця відстані (в нескінченності):

$v_\infty = (v_p^2 - 2GM_{\text{sun}}/r_p)^{1/2} \approx 57.6$  км/с. Отже час польоту від Проксими розраховуємо ділячи відстань від Проксими (4.246 св. р.) на швидкість польоту комети в міжзоряному просторі  $v_\infty$ , отримуємо  $\approx 2.21 \times 10^4$  років.