

**Авторські розв'язки завдань I етапу з критеріями оцінювання
Всеукраїнської учнівської олімпіади з астрономії 2026-2027 н.р.
10 клас**

1. У якій з перелічених зір нижня кульмінація відбувається над горизонтом у Львові ($\varphi=+49^{\circ}50'$, $\lambda=24^{\circ}01'$)? Атмосферною рефракцією нехтуємо.

- 1) Арктур ($\alpha=14^{\text{h}}15^{\text{m}}$, $\delta=+19^{\circ}10'$)
- 2) Вега ($\alpha=18^{\text{h}}36^{\text{m}}$, $\delta=+38^{\circ}47'$)
- 3) Денеб ($\alpha=20^{\text{h}}41^{\text{m}}$, $\delta=+45^{\circ}16'$)
- 4) Поллукс ($\alpha=07^{\text{h}}45^{\text{m}}$, $\delta=+28^{\circ}01'$)
- 5) Хадар ($\alpha=14^{\text{h}}03^{\text{m}}$, $\delta=-60^{\circ}22'$)

Розв'язок.

Для того, щоб нижня кульмінація зорі відбувалася над горизонтом, зоря має бути такою, що не заходить. Умова незаходження зорі $\delta > 90 - \varphi$, тоді для Львова $\delta > +40^{\circ}10'$ **(2 бали)**, і з перелічених зір цій умові відповідає зоря Денеб ($\delta=+45^{\circ}16'$) **(3 бали)**.

Відповідь: Денеб.

(Загалом 5 балів)

2. Атмосферний тиск на Марсі дорівнює $1/200$ від атмосферного тиску на Землі. Діаметр Марса приблизно у 2 рази менший від земного. Середня густина Землі дорівнює 5.5 г/см^3 , а середня густина Марса - 4 г/см^3 . Визначити, у скільки разів маса атмосфери Марса менша за масу атмосфери Землі.

Розв'язок.

Для тонкої атмосфери, нехтуючи зміною g з висотою

$$P = m_{\text{атм}} g / 4\pi R^2, \quad m_{\text{атм}} = 4\pi R^2 P / g.$$

(5 балів)

Оскільки $g = 4\pi G R \rho_{\text{сер}} / 3$, отримуємо

$$m_{\text{атм.з}} / m_{\text{атм.м}} = (P_z R_z \rho_{\text{сер.м}}) / (P_m R_m \rho_{\text{сер.з}}) = 200 \cdot 2 \cdot 4 / 5.5 \approx 290.91.$$

(5 балів)

Отже, маса атмосфери Марса приблизно у 291 раз менша.

(Загалом 10 балів)

3. Визначити середню густину білого карлика, навколо якого по коловій орбіті рухається мале тіло з періодом обертання 10 хвилин, вважаючи, що радіус орбіти дорівнює радіусу білого карлика.

Розв'язок. Залишимо третій закон Кеплера

$$\frac{T^2}{R^3} = \frac{4\pi^2}{GM}, \quad (1) \quad \textbf{(2 бали)}$$

де T – період обертання малого тіла, R – радіус його орбіти, M – маса білого карлика, G – гравітаційна стала. Вважаючи, що радіус орбіти дорівнює радіусу білого карлика, середню густину можемо записати у вигляді

$$\rho = \frac{M}{V} = \frac{M}{\frac{4}{3}\pi R^3} = \frac{3M}{4\pi R^3}. \quad (2) \quad \textbf{(3 бали)}$$

Із третього закону Кеплера

$$\frac{M}{R^3} = \frac{4\pi^2}{GT^2}. \quad (3) \quad \textbf{(1 бал)}$$

Підставляючи співвідношення (3) у співвідношення (2), одержуємо остаточний вираз для густини

$$\rho = \frac{3\pi}{GT^2} \approx 4 \cdot 10^5 \text{ кг/м}^3. \quad (4) \quad \textbf{(4 бали)}$$

(Загалом 10 балів)

4.

- Діаметр, навколо якого відбувається обертання небесної сфери:
А) вісь світу; Б) полуденна лінія; В) прямовисна лінія; Г) альмукантарат.
- Екліптика перетинається з небесним екватором у цих двох точках:
А) точки рівнодення; Б) точки сходу та заходу; В) точки півночі та півдня; Г) точки сонцестоянь.
- Час, вимірюваний на певному географічному меридіані:
А) поясний час; **Б) місцевий час;** В) декретний час; Г) конформний час.
- Великий круг небесної сфери, площина якого проходить через прямовисну лінію і вісь світу:
А) екватор; Б) екліптика; **В) небесний меридіан;** Г) математичний горизонт.
- Координати першої екваторіальної системи координат:
А) азимут, висота; **Б) схилення, годинний кут;** В) підняття та опускання; Г) висота, пряме піднесення.
- Карликова планета Головного поясу астероїдів:
А) Веста; Б) Паллада; В) Плутон; **Г) Церера.**
- Система спектральної класифікації зір, яка ґрунтується насамперед на температурі їхніх атмосфер:
А) Єркска; **Б) Гарвардська;** В) Грінвічська; Г) Оксфордська.
- Астрофізичний об'єкт, горизонт подій якого не дозволяє навіть світлу покинути його:
А) нейтронна зоря; Б) темна матерія; В) білий карлик; **Г) чорна діра.**
- Найбільший за розмірами та масою природний супутник планети Сонячної системи:
А) Титан; **Б) Ганімед;** В) Місяць; Г) Харон.
- Найменша за розмірами планета Сонячної системи:
А) Плутон; Б) Ганімед; В) Ерида; **Г) Меркурій.**

(1 питання - 1 бал. Загалом 10 балів)

5. Найбільша група сонячних плям спостерігалася у 1947 році. Її площа становила 6132 м. ч. п. (мільйонні частки півсфери Сонця). Вважаючи групу сонячних плям круглою, визначте, у скільки разів її радіус більший за радіус Землі.
Радіус Сонця $R_{\odot} = 696000$ км; радіус Землі $R_{\oplus} = 6371$ км.

Розв'язок.

1. Визначимо площу групи сонячних плям в квадратних кілометрах.

Площа поверхні півсфери Сонця дорівнює: $S_{\text{півсф}} = 2\pi R_{\odot}^2$.

Оскільки площа групи плям становить 6132 мільйонні частки півсфери Сонця, маємо:

$$S_{\text{пл}} = \frac{6132}{10^6} 2\pi R_{\odot}^2.$$

(6 балів)

2. Знайдемо радіус групи плям.

Вважаємо групу круглою. Площа круга визначається формулою: $S_{\text{кр.п.}} = \pi R_{\text{кр.п.}}^2$.

Прирівняємо вирази для площі плями: $\pi R_{\text{кр.п.}}^2 = \frac{6132}{10^6} 2\pi R_{\odot}^2$.

Скоротимо обидві частини рівняння на π : $R_{\text{кр.п.}}^2 = \frac{6132}{10^6} 2 R_{\odot}^2$.

$$\text{Звідси: } R_{\text{кр.п.}} = \sqrt{\frac{6132}{10^6} 2 R_{\odot}^2} = \sqrt{\frac{6132}{10^6} 2 (696000)^2} \approx 77078 \text{ км.}$$

(6 балів)

3. Порівняємо радіус групи сонячних плям з радіусом Землі.

Щоб визначити, у скільки разів радіус групи плям більший за радіус Землі, поділимо перший

$$\text{радіус на другий: } \frac{R_{\text{кр.п.}}}{R_{\oplus}} = \frac{77078}{6371} \approx 12.$$

(3 бали)

Відповідь. За прийнятих у задачі припущень радіус цієї групи сонячних плям приблизно в 12 разів більший за радіус Землі.

(Загалом 15 балів)