



Департамент освіти і науки Чернівецької
облдержадміністрації
Інститут післядипломної педагогічної освіти
Чернівецької області
II етап Всеукраїнської учнівської олімпіади з
астрономії 2018/2019 н.р.

11 клас

II тур

Завдання 1-6 розв'яжіть письмово з повним обґрунтуванням

Задача 1. Кульмінація зорі (5 балів)

Зоря кульмінувала в 00 год 00 хв, а зайшла в 07 год 00 хв.

В який час відбудеться її найближчий схід?

Розв'язок

Час Кульмінація – Захід дорівнює часу від Сходу до Кульмінації. (1 бал)

Отже, напередодні зоря кульмінувала о $24^{00} - 7^{00} = 17^{00}$ (1 бал)

Зоряний період обертання Землі навколо власної вісі 23 год 56 хв (1 бал)

Отже, найближчий схід зорі візбудеться на 4 хв раніше
16 год 56 хв тієї ж доби. (2 бали)

Σ (5 балів)

Задача 2. Уявна планета (5 балів)

Синодичний період уявної планети 2 роки. На якій відстані від Землі вона може знаходитись? Яку реальну планету (планети) нагадує така уявна планета?

Розв'язок

Необхідно розглянути два випадки

- 1) Планета зовнішня.
- 2) Планета внутрішня.

$$1) \quad \frac{1}{S} = \frac{1}{T_{\oplus}} - \frac{1}{T}; \quad \frac{1}{T} = \frac{1}{T_{\oplus}} - \frac{1}{S} = \frac{S - T_{\oplus}}{S \cdot T_{\oplus}}; \quad T = \frac{S \cdot T_{\oplus}}{S - T_{\oplus}};$$

$$T = \frac{2 \cdot 1}{2 - 1} = 2(p); \quad \text{“Нагадує” Марс} \quad (3 \text{ бали})$$

$$T^2 = a^3; \quad a = \sqrt[3]{T^2}; \quad a = \sqrt[3]{2^2} = 1,59 \text{ (а.о.)}$$

$$2) \quad \frac{1}{S} = \frac{1}{T} - \frac{1}{T_{\oplus}}; \quad T = \frac{S \cdot T_{\oplus}}{S + T_{\oplus}}; \quad T = \frac{2}{3} \text{ роки}$$

$$a = \sqrt[3]{T^2}; \quad a = \sqrt[3]{\left(\frac{2}{3}\right)^2} \approx 0,76 \text{ (а.о.)} \quad (2 \text{ бали})$$

“Нагадує” Венеру

Σ (5 балів)

Задача 3. Бетельгейзе (5 балів)

Річний паралакс зорі Бетельгейзе (**α Ori**) $0,0062''$, видима зоряна величина **0,5^m**.
Визначити світність зорі.

Розв'язок

$$M = m + 5 - 5 \lg r; \quad r = 1/p' \quad (1 \text{ бал})$$

$$M = 0,5 + 5 - 5 \lg (1 / 0,0062) = - 5,54^m. \quad (1 \text{ бал})$$

$$\frac{L}{L_{\odot}} = 10^{0,4 (M_{\odot} - M)}; \quad (1 \text{ бал})$$

$$\frac{L}{L_{\odot}} = 10^{0,4 (4,77 + 5,54)} = 13280$$

$$L = 13280 L_{\odot} \quad (2 \text{ бали})$$

Σ (5 балів)

Задача 4. Галактика M13 (5 балів)

Видимий кутовий діаметр кулястого зоряного скупчення **M13** в сузір'ї Геркулес $23'$, відстань до нього **25 тис. св. років**. Скупчення містить **мільйон** зір.

Оцініть середню концентрацію зір і відстань між ними. Порівняйте з відстанню до найближчої до нас зорі.

Вказівка. В якості одиниці відстані використовуйте парсек.

Розв'язок

$$D = r \operatorname{tg} \varphi = \frac{25000}{3,26} \cdot \operatorname{tg} \left(\frac{23}{60} \right)^{\circ} = 51,3 \text{ (пк)} \quad (1 \text{ бал})$$

$$R = \frac{D}{2} = 25,65 \text{ ПК} \quad (1 \text{ бал})$$

$$V = \frac{4}{3} \pi R^3 \approx 70685 \text{ (пк}^3\text{)} \quad (1 \text{ бал})$$

$$n = \frac{N}{V} = \frac{10^6}{(70685)} \approx 14 \text{ (пк}^3\text{)} \quad (1 \text{ бал})$$

Об'єм, що приходить на одну зорю:

$$V_0 = \frac{V}{N} = \frac{1}{n} = \frac{1}{14} \approx 0,0714 \text{ (пк}^3\text{)} \quad (1 \text{ бал})$$

Середня відстань між зорями:

$$\ell = \sqrt[3]{V_0} \approx 0,41 \text{ ПК} \quad (1 \text{ бал})$$

Σ (5 балів)

Задача 5. Ексцентриситет Землі (5 балів)

Радіус Сонця 696 тис. км. Вимірювання на Землі показали, що максимальний кут, під яким спостерігається сонячний радіус $16' 17''$, а мінімальний - $15' 45''$.

1) Чому дорівнює ексцентриситет земної орбіти?

Примітка. Бажано отримати остаточну формулу із заданими кутами.

2) Чому дорівнює різниця між **max** і **min** відстанями Землі від Сонця?

3) Вкажіть дати, коли Земля перебуває на **max** і **min** відстанях від Сонця.

Розв'язок

$$R = r \operatorname{tg} \varphi; \quad r = \frac{R}{\operatorname{tg} \varphi}$$

$$r_{\min} = \frac{R_{\odot}}{\operatorname{tg} \varphi_{\max}} = \frac{696000 \text{ км}}{\operatorname{tg}(16' 17''/60)} \approx 1,46939 \cdot 10^8 \text{ км} \quad (2 \text{ бали})$$

4 січня

$$r_{\max} = \frac{R_{\odot}}{\operatorname{tg} \varphi_{\min}} = \frac{696000 \text{ км}}{\operatorname{tg}(15' 45''/60)} \approx 1,51915 \cdot 10^8 \text{ км} \quad (2 \text{ бали})$$

4 липня

$$\Delta r = 0,04976 \cdot 10^8 \text{ км} \approx 5 \text{ млн. км}$$

$$e = \frac{r_{\max} - r_{\min}}{r_{\max} + r_{\min}}; \quad \text{або} \quad e = 1 - \frac{r_{\min}}{a}$$

$$e = \frac{0,04976 \cdot 10^8}{2,98854 \cdot 10^8} = 0,0166$$

Остаточна формула:

$$e = \frac{r_{\max} - r_{\min}}{r_{\max} + r_{\min}} = \frac{32''}{1922''} = 0,0166 \quad (1 \text{ бал})$$

Σ (5 балів)

Задача 6. Червоне зміщення (5 балів)

Сучасним телескопам доступні спостереження зір до 28^m .

На яких максимальних червоних зміщеннях (z - ?) можна спостерігати найяскравіші наднові з абсолютною зоряною величиною (-20^m)?

Розв'язок

$$M = m + 5 - 5l_{gr}; \quad l_{gr} = \frac{m + 5 - M}{5} \quad \text{або} \quad l_{gr} = \frac{m - M}{5} + 1 \quad (1 \text{ бал})$$

$$l_{gr} = \frac{28 + 20}{5} + 1 = 10,6; \quad r = 4 \cdot 10^{10} \text{ пк} \quad r = 4 \cdot 10^4 \text{ Мпк} \quad (1 \text{ бал})$$

$$\left. \begin{aligned} l &= Hr \\ l &= Zc \end{aligned} \right\} \Rightarrow Zc = Hr; \quad Z = \frac{Hr}{c} \quad (2 \text{ бали})$$

$$Z = \frac{70 \cdot 4 \cdot 10^4}{300 \ 000} \approx 9 \quad (1 \text{ бал})$$

