

III етап Всеукраїнської учнівської олімпіади з астрономії 2023/2024
навчального року. Харківська область.

10 клас

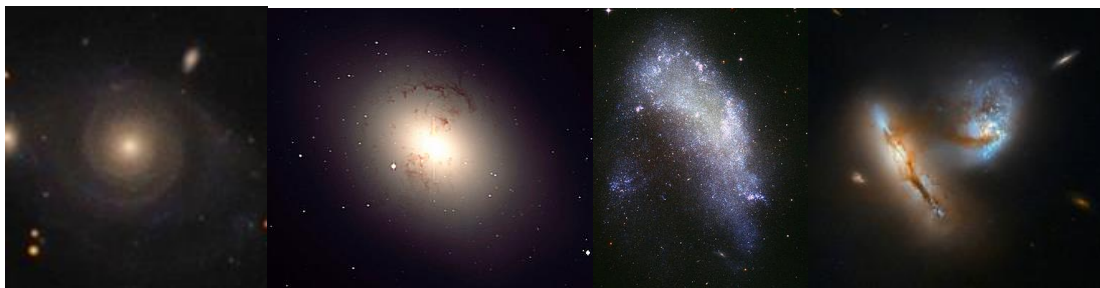
1. Рефракція (10 балів)

На скільки збільшується тривалість дня на екваторі через явище рефракції. Вважати, що диск Сонця “піднімається” над горизонтом рефракцією на 30’.

Розв’язок. Оскільки день триває від першого торкання верхнім краєм диску Сонця горизонту на сході до останнього моменту, коли верхній край ховається за горизонтом на заході (4 бали), то за рахунок рефракції сумарно Земля має “довернутися” ще на 1 градус (4 бали), тобто в часовій мірі це 4 хвилини (2 бали).

2. Галактики (10 балів)

До яких типів належать наступні галактики:



a) b) c) d)

Розв’язок.

- a) Спіральна, без перемички, Sa; (3 бали)
- b) Еліптична; (2 бали)
- c) Неправильна; (2 бали)
- d) Взаємодіючі галактики. (3 бали)

3. “Енергійні” протони (10 балів)

Після спалаху на Сонці протони долетіли до Землі і викликали магнітну бурю через 36 годин. Яку енергію вони мали?

Розв’язок. Зрозуміло, що у порівнянні зі світлом, що проходить 1 а.о. за 499 секунд, 36 годин – це значно повільніше, а отже протони не є релятивістськими і можна використовувати формули класичної механіки, а не СТВ. (2 бали)

Розрахуємо швидкість протонів.

36 годин = $3600 \cdot 36 = 129600$ секунд (1 бал)

Шлях, пройдений протонами 149597870700 м. (1 бал)

Отже швидкість $(149597870700 / 129600) = 1\,154\,304.558$ м/с = 1154 км/с. (2 бали)

Маса протону $1.67 \cdot 10^{-27}$ кг.

Енергія $E = \frac{mv^2}{2} = 1.11 \cdot 10^{-15}$ Дж (4 бали)

4. Термінатор насувається (10 балів)

Скільки часу буде тривати проходження термінатора через кратер Лангрен на Місяці з діаметром 132 км і глибиною 2.7 км.



Розв'язок. Радіус Місяця 1737 км, тому за час синодичного місяця у 29,5 діб термінатор проходить всю поверхню (3 бали).

Тобто його швидкість складає:

$$v = \frac{2\pi R}{T} = \frac{2\pi \cdot 1737}{29.5 \cdot 24} = 15.4 \text{ км/год. (4 бали)}$$

Тому кратер пройде термінатор за $132/15.4 = 8.571$ години. (3 бали)

5. Полярний супутник (5 балів)

Космічним агентством України на полярну колову орбіту на висоту $H = 271$ км виведено супутник. Визначте, скільки витків навколо Землі має зробити супутник, щоб його могли приземлити у районі старту.

Розв'язок. Беручи до уваги, що 271 км набагато менше у порівнянні із радіусом Землі, можна вважати швидкість супутника 7.9 км/с (1 бал). Тоді тривалість одного витка буде $T = 2\pi(R + H)/v = 6.28 \cdot 6641/7.9 \approx 1.5$ год (3 бали). За час обертання Землі супутник зробить $N = 24/1.5 = 16$ витків (1 бал).

6. Метеори (15 балів)

Зі спостережень відомо, що у середньому на Землі реєструють 10 метеорів за годину у межах колового поля зору діаметром 60 градусів. Вважаючи, що метеори згорають на висоті 80 км, визначте загальну кількість метеорів, що можуть спостерігатися на всій Землі за добу.

Розв'язок. Ділянці неба діаметром 60 градусів на висоті 80 км відповідає поверхня у 5000 км^2 (5 бали). За добу на цій ділянці реєструється 240 метеорів. Обчислимо тепер загальну площу сфери радіусом $6400+80 \text{ км}$, вона становить $S = 4\pi(R + H)^2 = 12.56 \cdot 6480 \cdot 6480 \approx 530\,000\,000 \text{ км}^2$ (5 балів). Відношення площ дає коефіцієнт у 106 000, що дає загальну кількість майже 25.5 млн метеорів (5 бали).