

**II етап Всеукраїнської учнівської олімпіади з астрономії**  
**Київ, 6 грудня 2019**  
**10, 11 класи**

**I частина**

*Завдання 1 – 10 мають по п'ять варіантів відповідей, з них лише ОДНА відповідь ПРАВИЛЬНА. Оберіть правильну, на вашу думку, відповідь.*

1. **Виберіть із списку зайву планету і поясніть причину вибору:**  
А. Сатурн    Б. Венера    В. Юпітер    Г. Уран    Д. Земля
2. **Яке з цих сузір'їв не видно на небі Київської області?**  
А. Оріон    Б. Орел    В. Ліра    Г. Телескоп    Д. Лев
3. **Метеор – це ...**  
А. тіло    Б. істота    В. явище    Г. фізична величина  
Д. геометричне місце точок
4. **Земля в афелії знаходиться ...**  
А. влітку    Б. взимку    В. восени    Г. весною    Д. завжди.
5. **Сиріус – ...**  
А. найяскравіша зоря на нашому небі    Б. завжди вказує на південь  
В. вказує на центр Галактики.    Г. завжди вказує на північ  
Д. Спостерігається лише в полярних областях
6. **В перекладі з грецької мови „екліптика ” означає ...**  
А. затемнення    Б. коло    В. видимий шлях    Г. загадкова    Д. Сонце
7. **Перша космічна швидкість більша за другу у ... разів/рази**  
А.  $\sqrt{2}$     Б.  $1/\sqrt{2}$     В.  $\sqrt{3}$     Г.  $1/\sqrt{3}$     Д. 2
8. **Вісь світу і відвісна лінія співпадають ...**  
А. Лише на північному полюсі    Б. Лише на південному полюсі  
В. На обох полюсах    Г. На полюсах та екваторі  
Д. Вони ніколи не співпадають
9. **Одрозуміть за планетами-гігантами знаходиться ...**  
А. Пояс Оріона    Б. Пояс Койпера    В. Головний пояс астероїдів  
Г. Хмара Оорта    Д. Велика Магеланова хмара
10. **Чим більше діаметр об'єктива телескопу тим ...**  
А. гірша якість зображення    Б. більше світла він здатен зібрати  
В. менше зір в нього можна побачити  
Г. вище необхідно його розташовувати  
Д. швидше його можна навести на об'єкт

**Відповіді на тести:**

Номер	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Відповідь	Б*	Г	В	А	А	А	Б	В	Б	Б

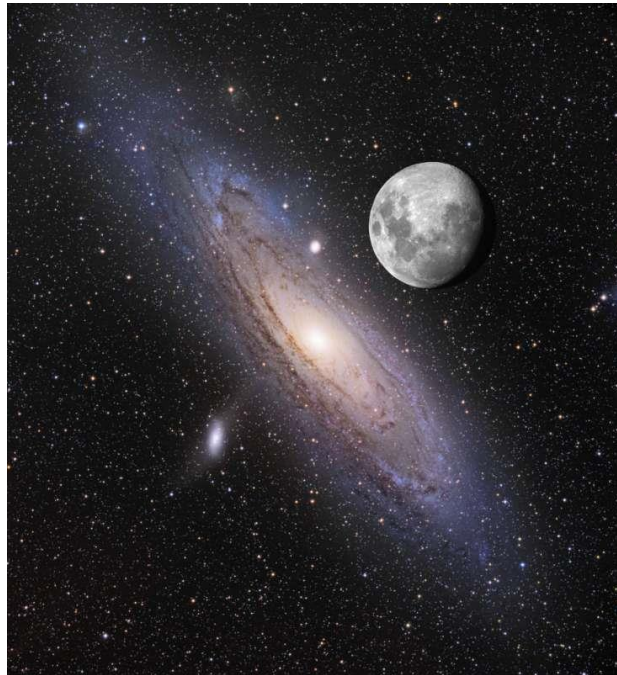
\* – Венера, так як це єдина планета з переліку, у якої немає супутників. За інші обгрунтовані але більш очевидні результати пропонуємо давати 0,5 балів.

## II частина

### 10 клас

*Дайте відповіді на запитання та виконайте завдання 11 – 15.*

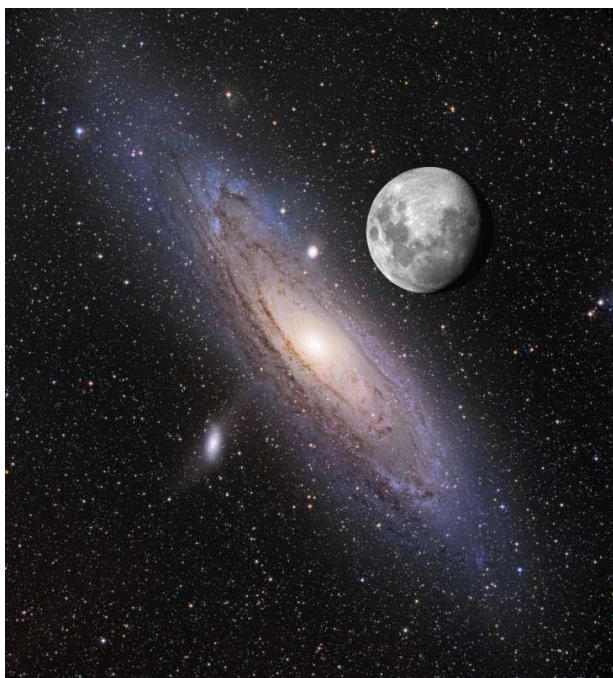
11. Якого розміру має бути дослідницька станція на Місяці, щоб людина змогла помітити її неозброєним оком. Відстань до Місяця 384 тис. км, роздільна здатність людського ока  $1'$  (одна кутова мінута).
12. Фокусна відстань об'єктива телескопа 2 м. Якою має бути фокусна відстань окуляра телескопа, щоб отримати збільшення у 50 разів. Зобразіть оптичну схему такого телескопа.
13. Коли мешканці Землі рухаються швидше відносно Сонця: вдень чи вночі? Відповідь обґрунтуйте.
14. Від Землі до Марса космічний апарат долітає приблизно за 260 земних діб. Скільки часу буде летіти такий космічний апарат до Венери. Середні відстані від Венери, Землі та Марса до Сонця відповідно дорівнюють: 0,72 а.о., 1 а.о. та 1,52 а.о. Зобразіть траєкторії обох перельотів та позначте на них точки пери- та апо- центрів для космічного корабля.
15. Порівняйте видимі розміри галактики М31 в сузір'ї Андромеда (туманності Андромеди) та Місяця. Оцініть фазу Місяця. Визначте, в яку пору року та час доби фотографу вдалося отримати це зображення. В якій півкулі земного шару можливо зробити фотографію галактики М31



**11 клас**  
**II частина**

Дайте відповіді на запитання та виконайте завдання 11 – 15.

11. Якого розміру має бути дослідницька станція на Місяці, щоб людина змогла помітити її неозброєним оком. Відстань до Місяця 384 тис. км, роздільна здатність людського ока  $1'$  (одна кутова мінута).
12. Фокусна відстань об'єктива телескопа 2 м. Якою має бути фокусна відстань окуляра телескопа, щоб отримати збільшення у 50 разів. Зобразіть оптичну схему такого телескопа.
13. Коли мешканці Землі рухаються швидше відносно Сонця: вдень чи вночі? Відповідь обґрунтуйте.
14. Від Землі до Марса космічний апарат долітає приблизно за 260 земних діб. Скільки часу буде летіти такий космічний апарат до Венери. Середні відстані від Венери, Землі та Марса до Сонця відповідно дорівнюють: 0,72 а.о., 1 а.о. та 1,52 а.о. Зобразіть траєкторії обох перельотів та позначте на них точки пери- та апо- центрів для космічного корабля.
15. Порівняйте видимі розміри галактики M31 в сузір'ї Андромеда (туманності Андромеди) та Місяця. Оцініть фазу Місяця. Визначте, в яку пору року та час доби фотографу вдалося отримати це зображення. В якій півкулі земного шару можливо зробити фотографію галактики M31



## Розв'язки задач

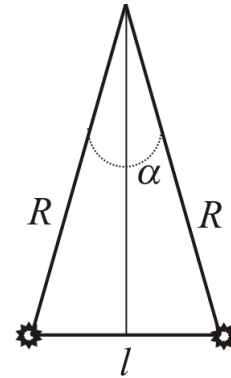
### 10 клас

**11.** Роздільна здатність – це мінімальна кутова відстань за якої дві окремі точки ми ще бачимо окремо. Якщо кут між двома точками буде меншим, то ми не зможемо їх розрізнити і будемо бачити як одну.

Розв'язуючи трикутник отримаємо:

$$l/2 = R \cdot \sin(\alpha/2).$$

Проте, варто зауважити, що за малих кутів функцію  $\sin$  можна замінити самим кутом, вираженим у радіанах. Тому рівняння перетвориться наступним чином  $l = R \cdot \alpha$ . Після підстановки значень отримаємо:  $l = 384000 \text{ км} \cdot 60 / 206265 \approx 112 \text{ км}$ . (60 – кількість секунд у кутовій хвилині, 206265 – кількість секунд у одному радіані, дріб  $60/206265$  переводить 1 кутову хвилину у радіани).



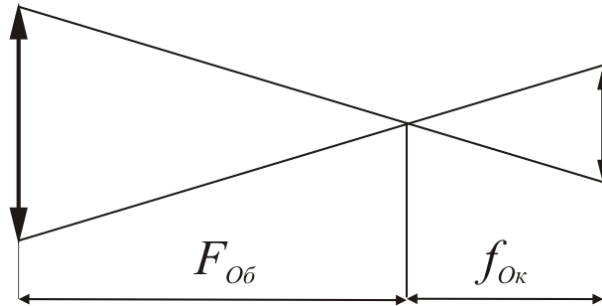
**Рис. 1.** Пояснення щодо роздільної здатності. Кут  $\alpha$  характеризує величину роздільної здатності,  $l$  – розмір дослідницької станції,  $R$  – відстань до Місяця.

**Відповідь:** розмір станції має складати близько 100 км.

**12.** Збільшення телескопа дорівнює відношенню фокусної відстані об'єктива до фокусної відстані окуляра:  $\Gamma = F_{об}/f_{ок}$ . Звідси, фокусна відстань окуляра:

$$f_{ок} = F_{об}/\Gamma = 2 \text{ м}/50 = 0,04 \text{ м} = 4 \text{ см}.$$

На зображенні має бути хоча б найпростіший телескоп рефрактор. Єдине на що слід звернути увагу – це співвідношення між  $f_{ок}$  та  $F_{об}$ .



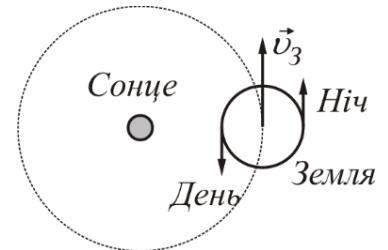
**Рис. 2.** Схематичне зображення найпростішого телескопу (пропорції не збережені)

**Відповідь:** фокусна відстань окуляра 4 см.

**13** Якщо дивитися на Землю з боку північного полюсу, то рух усіх планет навколо Сонця відбувається проти годинникової стрілки. В той же бік і відбувається обертання Землі навколо власної осі.

Після побудови або розмірковувань необхідно дійти висновку, що сумарна швидкість руху точки на поверхні Землі вночі все ж таки більша ніж удень. Вночі до швидкості руху відносно Сонця додається швидкість руху відносно осі, вдень же вона навпаки віднімається.

**Відповідь:** вночі.



**Рис. 3.** Зображення векторів швидкості руху Землі відносно Сонця та власної осі. «Ніч» - напрямок швидкості Землі вночі, «День» – напрямок швидкості Землі удень.

**14.** Якщо довжина тіні дорівнює висоті стрижня, це означає, що Сонце знаходиться на висоті  $45^\circ$ . Той факт, що це трапилося опівдні, говорить про знаходження Сонця у Верхній кульмінації, а день літнього сонцестояння про те, що схилення Сонця максимальне і дорівнює  $23,5^\circ$ . Таким чином, записавши вираз для висоти світила у верхній кульмінації, виразимо з нього широту місцевості:

$$h_{В.К.} = 90^\circ - \varphi + \delta$$
$$\varphi = 90^\circ - h_{В.К.} + \delta = 90^\circ - 45^\circ + 23,5^\circ = 68,5^\circ$$

Тобто, така подія могла трапитися в місцевості з широтою  $68,5^\circ$ . Розрахувати довготу місцевості за наявними даними неможливо (у відповіді учнів на це обов'язково має бути звернута увага!!!).

**Відповідь:** у будь-якій точці з широтою  $68,5^\circ$ .

**15.** Безпосередні вимірювання на роздрукованому нами аркуші дають наступні числа:

$$\begin{aligned} &\text{діаметр Місяця} - 1,6 \text{ см} \\ &\text{довжина освітленої частини Місяця} - 1,4 \text{ см} \\ &\text{діаметр галактики Андромеди} - 6,5 \text{ см.} \end{aligned}$$

Фаза Місяця дорівнює відношенню освітленої частини Місяця до його діаметру:

$$\Phi = 1,4 \text{ см} / 1,6 \text{ см} \approx 0,88$$

Згадуючи, що діаметр Місяця приблизно дорівнює  $0,5^\circ$ , знайдемо кутовий розмір галактики Андромеди. Він буде дорівнювати відношенню виміряних діаметрів галактики та Місяця, помноженої на  $0,5^\circ$ .

$$\alpha = (6,5 / 1,6) \cdot 0,5^\circ \approx 2^\circ$$

Дана фотографія могла бути зроблена у будь-який час (навіть у день), так як являє собою суму двох фотографій, накладених за допомогою комп'ютерних програм, тому що Місяць ніколи не буває поблизу туманності Андромеди. Фото самої ж галактики Андромеди можна зробити у Північній півкулі впродовж осені-зими.

**Відповідь:** за зображенням кутовий розмір галактики в сузір'ї Андромеди мінімум у 4 рази більший за кутовий розмір Місяця; фаза Місяця на зображенні  $\Phi \approx 0,9$ ; зображення не є реальним, а є результатом комп'ютерної обробки, відповідно могло бути зроблено коли завгодно; галактику в сузір'ї Андромеди можна спостерігати у Північній півкулі впродовж осені-зими.

## 11 клас

**11.** Роздільна здатність – це мінімальна кутова відстань за якої дві окремі точки ми ще бачимо окремо. Якщо кут між двома точками буде меншим, то ми не зможемо їх розрізнити і будемо бачити як одну.

Розв'язуючи трикутник отримаємо:

$$l/2 = R \cdot \sin(\alpha/2).$$

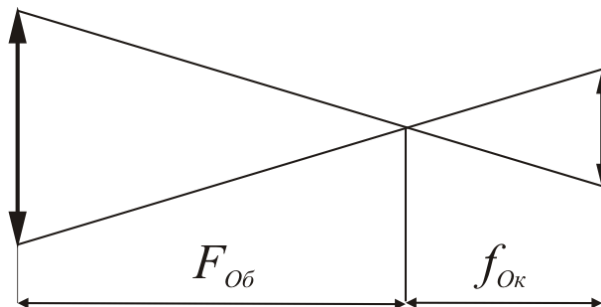
Проте, варто зауважити, що за малих кутів функцію  $\sin$  можна замінити самим кутом, вираженим у радіанах. Тому рівняння перетвориться наступним чином  $l = R \cdot \alpha$ . Після підстановки значень отримаємо:  $l = 384000 \text{ км} \cdot 60/206265 \approx 112 \text{ км}$ . (60 – кількість секунд у кутовій хвилині, 206265 – кількість секунд у одному радіані, дріб  $60/206265$  переводить 1 кутову хвилину у радіани).

**Відповідь:** розмір станції має складати близько 100 км.

**12.** Збільшення телескопа дорівнює відношенню фокусної відстані об'єктива до фокусної відстані окуляра:  $\Gamma = F_{об}/f_{ок}$ . Звідси, фокусна відстань окуляра:

$$f_{ок} = F_{об}/\Gamma = 2 \text{ м}/50 = 0,04 \text{ м} = 4 \text{ см}.$$

На зображенні має бути хоча б найпростіший телескоп рефрактор. Єдине на що слід звернути увагу – це співвідношення між  $f_{ок}$  та  $F_{об}$ .



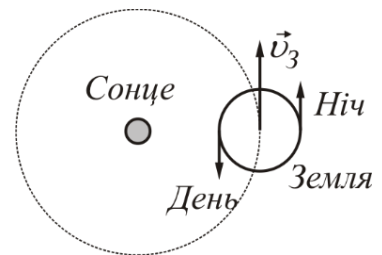
**Рис. 2.** Схематичне зображення найпростішого телескопа (пропорції не збережені)

**Відповідь:** фокусна відстань окуляра 4 см.

**13** Якщо дивитися на Землю з боку північного полюсу, то рух усіх планет навколо Сонця відбувається проти годинникової стрілки. В той же бік і відбувається обертання Землі навколо власної осі.

Після побудови або розмірковувань необхідно дійти висновку, що сумарна швидкість руху точки на поверхні Землі вночі все ж таки більша ніж удень. Вночі до швидкості руху відносно Сонця додається швидкість руху відносно осі, вдень же вона навпаки віднімається.

**Відповідь:** вночі.



**Рис. 3.** Зображення векторів швидкості руху Землі відносно Сонця та власної осі. «Ніч» - напрямок швидкості Землі уночі, «День» – напрямок швидкості Землі удень.

**14.** Переліт із Землі на Марс відбувається по траєкторії (далі 1-ша орбіта), у якої Земля знаходиться в перигелії, а Марс в афелії. Переліт із Землі на Венеру – по траєкторії (далі 2-8г орбіта), у якої Венера знаходиться в перигелії, а Земля в афелії. Велика піввісь орбіти в

першому випадку дорівнюватиме 1,26 а.о., а в другому – 0,86а.о. Далі лишається згадати третій закон Кеплера:

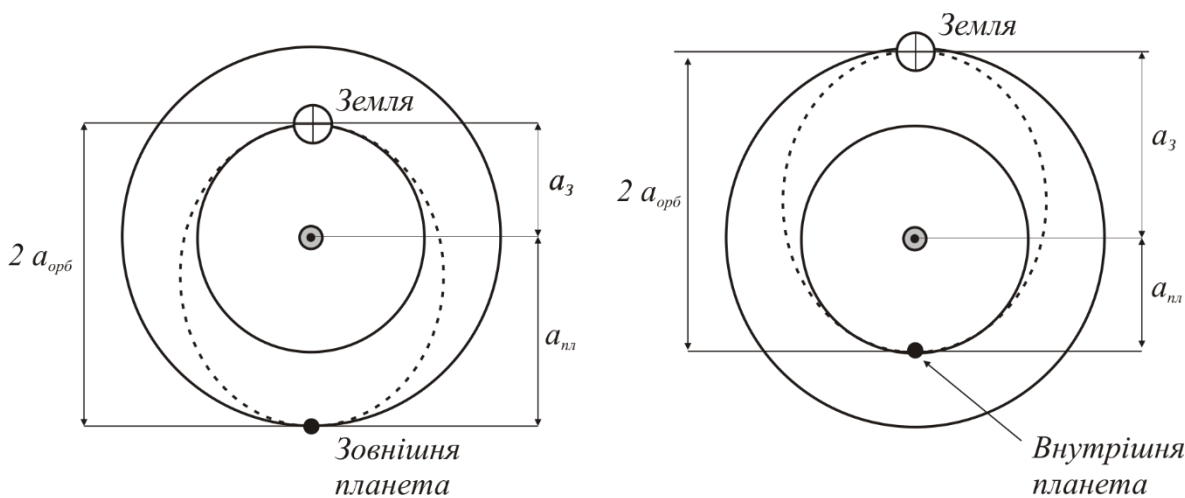
$$(T_{3M}/T_{3B})^2 = (a_{3M}/a_{3B})^3,$$

де  $T_{3M}$  – період руху по 1-шій орбіті (є подвоєним часом перельоту із Землі на Марс),  $T_{3B}$  – період руху по 2-гій орбіті,  $a_{3M}$  – велика піввісь 1-шої орбіти,  $a_{3B}$  – велика піввісь 2-гої орбіти. Звідси знайдемо період руху по 2-гій орбіті, а шуканий час перельоту із Землі на Венеру буде половиною цього періоду:

$$t = T_{3B}/2 = 0,5 T_{3M} \cdot \sqrt{\left(\frac{a_{3B}}{a_{3M}}\right)^3},$$

$$t = T_{3B}/2 = 0,5 \cdot 520 \left((0,86/1,26)^3\right)^{1/2} \approx 147 \text{ діб}$$

**Відповідь:** Переліт до Венери триватиме приблизно 150 діб. Зображення з траєкторіями дивіться у кінці тексту розв'язків.



Схеми до задачі № 14. Пунктирна лінія – траєкторія руху космічного апарату, в нашому випадку зовнішня планета – Марс, внутрішня – Венера.

**15.** Безпосередні вимірювання на роздрукованому нами аркуші дають наступні числа:

діаметр Місяця – 1,6 см

довжина освітленої частини Місяця – 1,4 см

діаметр галактики Андромеди – 6,5 см.

Фаза Місяця дорівнює відношенню освітленої частини Місяця до його діаметру:

$$\Phi = 1,4 \text{ см} / 1,6 \text{ см} \approx 0,88$$

Згадуючи, що діаметр Місяця приблизно дорівнює  $0,5^\circ$ , знайдемо кутовий розмір галактики Андромеди. Він буде дорівнювати відношенню вимірних діаметрів галактики та Місяця, помноженої на  $0,5^\circ$ .

$$\alpha = (6,5/1,6) \cdot 0,5^\circ \approx 2^\circ.$$

Дана фотографія могла бути зроблена у будь-який час (навіть у день), так як являє собою суму двох фотографій, накладених за допомогою комп'ютерних програм, тому що Місяць ніколи не буває поблизу туманності Андромеди. Фото самої ж галактики Андромеди можна зробити у Північній півкулі впродовж осені-зими.

**Відповідь:** за зображенням кутовий розмір галактики в сузір'ї Андромеди мінімум у 4 рази більший за кутовий розмір Місяця; фаза Місяця на зображенні  $\Phi \approx 0,9$ ; зображення не є реальним, а є результатом комп'ютерної обробки, відповідно могло бути зроблено коли завгодно; галактику в сузір'ї Андромеди можна спостерігати у Північній півкулі впродовж осені-зими.