

ЗАВДАННЯ
II етапу Всеукраїнської олімпіади з астрономії
2015-2016 навчального року

10 клас

1. Назвіть 7 найяскравіших об'єктів доступних для спостереження у Полтаві (1б)

Розв'язок. Сонце, Місяць, Юпітер, Венера, Марс, Меркурій, Сіріус.

2. 21 березня в 9^h за місцевим справжнім сонячним часом на екваторі спостерігається повне сонячне затемнення. В скільки в цей день заїде Місяць? (3б)

Розв'язок. Оскільки в цей день Сонце практично знаходиться на небесному екваторі, то воно заїде в 18^h, а Місяць трохи пізніше, бо за 9^h, що пройшли з моменту затемнення Місяць перемістився на кут $13^{\circ} \frac{9^h}{24^h} \approx 5^{\circ}$. На такий кут небесна сфера повертається $5 \cdot 4^m = 20^m$. Звідси Місяць заходить в 18^h20^m за місцевим справжнім сонячним часом.

3. Космічний телескоп здатний зареєструвати значно менш яскравіші зорі чим наземний телескоп такого ж розміру. Чому? (2б)

Розв'язок. Нічне небо світиться через хімічні реакції в атмосфері, через розсіяне світло атмосферним пилом і т.д. Тому яскравість ділянок неба без зір відповідає яскравості зорі 23^m–24^m. Крім того атмосфера послаблює яскравість зір за рахунок поглинання. Крім того при тривалій експозиції в космосі накопичення енергії не залежить від тривалості земної ночі.

4. Під час покриття зорі Місяцем зоря була покрита протягом 20 хвилин. Чи проходить при цьому зоря через центр Місяця? Кутовий розмір Місяця прийняти 0,5^o. (3б)

Розв'язок. Видимий діаметр Місяця складає $\frac{1}{720}$ повного кутового переміщення за період (27,3 доби). Таким чином, у випадку якщо зоря проходить через центр диска, то її не видно протягом

$$\Delta t = \frac{27,3 \cdot 24 \cdot 60}{720} = 54,6^m .$$

Оскільки зоря покривається лише 20^m, то вона проходить далеко від центра диска Місяця.

5. З якою по величині і напрямку швидкістю повинен летіти літак вздовж паралелі 60^o пн широти щоб прибути в пункт призначення в той же час по місцевому часу, що й відбувся виліт літака? (4б)

Розв'язок. Земля обертається з заходу на схід. Час визначається положенням Сонця, тому щоб літак знаходився в одному й тому ж положенні відносно

Сонця він повинен летіти проти обертання Землі зі швидкістю рівною лінійній швидкості точок Землі на широті траси. Дана швидкість визначається за формулою

$$v = \frac{2\pi r}{T}, \quad r = R \cos \varphi.$$

$T = 86400$ с – період обертання Землі, $r = 6371 \cdot 10^3 \cdot \frac{1}{2} = 3185,5 \cdot 10^3$ м.

$$v = \frac{2\pi \cdot 3185,5 \cdot 10^3}{86400} \approx 232 \text{ м/с} = 834 \text{ км/год}$$

в напрямку заходу.

6. 2 грудня був повний Місяць. В якому сузір'ї знаходився Місяць? (2б)

Розв'язок. Місяць в повні, і це означає, що він знаходиться в протилежному до Сонця положенні. Звідси випливає, що Місяць знаходиться в сузір'ї, в якому Сонце було 2 червня (різниця в півроку), тобто Тілець.

7. Сумарний блиск подвійної зорі складає 5^m , а блиск однієї з її компонент 6^m . В скільки разів її друга компонента сильніша чи слабша чим перша? (3б)

Розв'язок. Різниця в одну зоряну величину відповідає співвідношенню енергій рівне 2,512. Подвійна зоря має видиму зоряну величину 5^m в 2,512 яскравіша за перший компонент. Відповідно друга зоря яскравіша за першу в 1,512 рази. ($E = E_1 + E_2$).

8. Середня відстань Венери від Сонця складає 108 млн. км. На яку найбільшу кутову відстань віддаляється Місяць від Землі при спостереженнях з Венери? (3б)

Розв'язок. Розміри зображення світила в фокальній площині телескопа визначаються за формулою $d = F \cdot \text{tg} \alpha$, де α – кутові розміри об'єкту. Враховуючи, що для малих кутів $\text{tg} \alpha \approx \alpha$, для кута вираженого в радіанах.

Перевівши кут в кутові секунди отримаємо формулу $d = \frac{F \cdot \alpha''}{206265''}$. Звідси

$$d = \frac{4 \cdot 31 \cdot 60''}{206265''} \approx 0,036 \text{ м (3,6 см)}.$$

9. Знайти гравітаційне прискорення, яке надається Юпітером його другому галілеєвому супутнику Європі, який знаходиться на середній відстані $671 \cdot 10^3$ км. Маса Юпітера в 318 раз більше земної маси ($6 \cdot 10^{24}$ кг). (3б)

Розв'язок. Як відомо з закону всесвітнього тяжіння гравітаційне прискорення визначається $g = G \frac{M}{R^2}$, де G – гравітаційна стала $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{кг}^2$, M – маса планети, R – відстань до планети.

$$g = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{318 \cdot 6 \cdot 10^{24}}{(671 \cdot 10^6)} \approx 0,28 \text{ м/с}^2.$$

10. Що таке число Вольфа W ? Спостереження показали, що число Вольфа $W = 200$, а плям на Сонці 100. Що можна сказати про розподіл плям по диску Сонця. (2б)

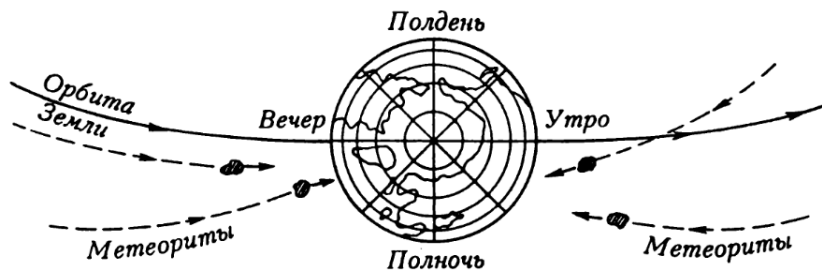
Розв'язок. Число Вольфа характеризує сонячну активність і визначається $W = 10g + N$, де g – число груп плям, N – число поодиноких плям. Про склад плям нічого сказати не можна так як окрема пляма теж вважається групою.

ЗАВДАННЯ
 II етапу Всеукраїнської олімпіади з астрономії
 2015-2016 навчального року

11 клас

1. Поясніть, чому с півночі до ранку спостерігається більше метеорів, чим з вечора до півночі? (2б)

Розв'язок. В “ранкову” півкулю Землі потрапляють метеорити, які летять в більшості назустріч Землі, а в “вечірню” – метеорити, які наздоганяють Землю (Мал). Тому метеорити після півночі влітають в атмосферу з великою швидкістю і, згораючи, спалахують яскравіше, чим метеорити, які влітають до півночі. Ось чому після півночі наше око помічає метеори від таких космічних пилинок, які до півночі згорають слабо й непомітно.



2. Спектральні спостереження показують, що променева швидкість Регула (α Лева) відносно Землі змінюється від $v_1 = -27$ км/с до $v_2 = 33$ км/с з періодом в один рік (знак – означає наближення зорі). Враховуючи, що ця зоря знаходиться на екліптиці, і відстань від Землі до Сонця складає $1,5 \cdot 10^{11}$ м, обчислити гравітаційну сталу. Орбіту вважати коловою, а масою Землі порівняно з масою Сонця ($M_{\odot} = 2 \cdot 10^{30}$ кг) знехтувати. (4б)

Розв'язок. Очевидно, що вказана зміна променевої швидкості є наслідком зміни променевої швидкості внаслідок орбітального руху Землі. Якщо зоря рухається по відношенню до Сонця з променевою швидкістю v_r , а швидкість руху Землі по орбіті v , то при наближенні Землі до зорі їх відносна швидкість буде

$$v_1 = v_r - v.$$

А через півроку Земля уже віддаляється від зорі і швидкість складає

$$v_2 = v_r + v$$

Звідси отримуємо $v = \frac{v_2 - v_1}{2}$. Значить орбітальна швидкість Землі

$v = \frac{33 + 27}{2} = 30$ км/с. Для колового руху Землі навколо Сонця її доцентрове

прискорення рівне гравітаційному: $\frac{v^2}{a} = \frac{GM_{\odot}}{a^2}$.

Звідси гравітаційна стала

$$G = \frac{aV^2}{M_{\odot}} = 6,7 \times 10^{-11} \text{ м}^3 \text{ кг}^{-1} \text{ с}^{-2}.$$

3. Кутовий діаметр Місяця дорівнює $31'$. Визначити діаметр чіткого зображення Місяця, отриманого з допомогою об'єктива радіусом 4 см , який має фокусну відстань 4 м . (3б)

Розв'язок. Розміри зображення світила в фокальній площині телескопа визначаються за формулою $d = F \cdot \text{tg} \alpha$, де α – кутові розміри об'єкту. Враховуючи, що для малих кутів $\text{tg} \alpha \approx \alpha$, для кута вираженого в радіанах.

Перевівши кут в кутові секунди отримаємо формулу $d = \frac{F \cdot \alpha''}{206265''}$. Звідси

$$d = \frac{4 \cdot 31 \cdot 60''}{206265''} \approx 0,036 \text{ м (3,6 см)}.$$

4. 21 березня в 9^h за місцевим справжнім сонячним часом на екваторі спостерігається повне сонячне затемнення. В скільки в цей заїде Місяць? (3б)

Розв'язок. Оскільки в цей день Сонце практично знаходиться на небесному екваторі, то воно заїде в 18^h , а Місяць трохи пізніше, бо за 9^h , що пройшли з моменту затемнення Місяць перемістився на кут $13^{\circ} \frac{9^h}{24^h} \approx 5^{\circ}$. На такий кут небесна сфера повертається $5 \cdot 4^m = 20^m$. Звідси Місяць заходить в $18^h 20^m$ за місцевим справжнім сонячним часом.

5. Середня відстань Венери від Сонця складає 108 млн. км . На яку найбільшу кутову відстань віддаляється Місяць від Землі при спостереженнях з Венери? (3б)

Розв'язок. Відомо, що середня відстань Землі від Сонця складає близько 150 млн. км , а середня відстань від Землі до Місяця – 384 тис. км . Найменша відстань від Венери до Землі складає $1,5 \cdot 10^8 - 1,08 \cdot 10^8 = 4,2 \cdot 10^7 \text{ км}$. (нижнє сполучення). Тоді найбільше кутове відхилення

$$\rho = \frac{d}{r} \cdot 206265'' = \frac{3,84 \cdot 10^5}{4,2 \cdot 10^7} \cdot 206265'' = 1886'' = 31,4'.$$

6. Скільки часу пройшло від сполучення до протистояння планети, якщо її блиск змінився на 1^m ? (4б)

Розв'язок. Вважатимемо орбіти Землі і планети колові. Зміна блиску світила пропорційна квадрату відстані $E = \frac{I}{R^2}$, тому в протистоянні планета яскравіша на 1^m , тобто в $2,512$ рази. А оскільки зміна блиску обернено пропорційна квадрату відстані, то $\frac{(R+r)^2}{(R-r)^2} = 2,512$, де r і R – радіуси орбіти

Землі і планети. Звідси $R \approx 4,4$ а.о. За третім законом Кеплера $T^2 = a^3$ знаходимо період обертання планети. Він дорівнює $T = \sqrt{4,4^3} \approx 9,2$ р. Потім за формулою синодичного періоду $\frac{1}{S} = \frac{1}{1} - \frac{1}{T} = 1 - \frac{1}{9,2} \rightarrow S \approx 1,12$ р. Значить між сполученням і протистоянням проходить 0,56р або 205 днів.

7. Як відрізнити сонячну пляму від проекції диска планети? (1б)

Розв'язок. По зовнішньому вигляду важко відрізнити круглу пляму від проекції планети, проте переміщення планети видно незброєними оком протягом декількох хвилин, а переміщення плями непомітне.

8. Що таке число Вольфа W ? Спостереження показали, що число Вольфа $W = 200$, а плям на Сонці 100. Що можна сказати про розподіл плям по диску Сонця. (2б)

Розв'язок. Число Вольфа характеризує сонячну активність і визначається $W = 10g + N$, де g – число груп плям, N – число поодиноких плям. Про склад плям нічого сказати не можна так як окрема пляма теж вважається групою.

9. Під час покриття зорі Місяцем зоря була покрита протягом 20 хвилин. Чи проходить при цьому зоря через центр Місяця? Кутовий розмір Місяця прийняти $0,5^\circ$. (3б)

Розв'язок. Видимий діаметр Місяця складає $\frac{1}{720}$ повного кутового переміщення за період (27,3 доби). Таким чином, у випадку якщо зоря проходить через центр диска, то її не видно протягом

$$\Delta t = \frac{27,3 \cdot 24 \cdot 60}{720} = 54,6^m.$$

Оскільки зоря покривається лише 20^m , то вона проходить далеко від центра диска Місяця.

10.3 якою по величині і напрямку швидкістю повинен летіти літак вздовж паралелі 60° пн широти щоб прибути в пункт призначення в той же час по місцевому часу, що й відбувся виліт літака? (4б)

Розв'язок. Земля обертається з заходу на схід. Час визначається положенням Сонця, тому щоб літак знаходився в одному й тому ж положенні відносно Сонця він повинен летіти проти обертання Землі зі швидкістю рівною лінійній швидкості точок Землі на широті траси. Дана швидкість визначається за формулою

$$v = \frac{2\pi r}{T}, \quad r = R \cos \varphi.$$

$T = 86400$ с – період обертання Землі, $r = 6371 \cdot 10^3 \cdot \frac{1}{2} = 3185,5 \cdot 10^3$ м.

$$v = \frac{2\pi \cdot 3185,5 \cdot 10^3}{86400} \approx 232 \text{ м/с} = 834 \text{ км/год}$$

в напрямку заходу.