

Завдання II етапу Всеукраїнської олімпіади з астрономії
(2015-2016 навчальний рік)

1. (10, 11 клас) Назвіть об'єкти на фотографіях 1 та 2. У якому сузір'ї їх можна спостерігати. (2,5 бали)



Відповідь.

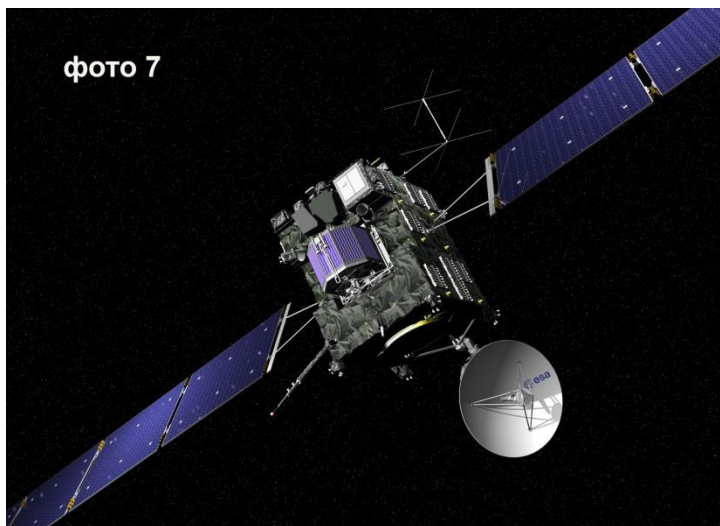
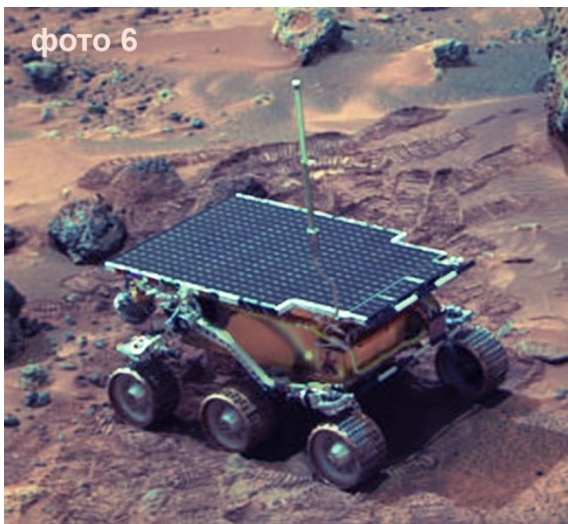
Фото 1 – галактика Бодє, М 81 (1 бал); фото 2 – планетарна туманність Сова, М 97 (1 бал). Об'єкти можна спостерігати в сузір'ї Великої Ведмедиці (0.5 бали).

2. (10, 11 клас) Назвіть об'єкти на фотографіях. (1,5 бали)



Відповідь. Фото 3 – туманність Орла, М 16 (0.5 бали); фото 4 – метеор (0.5 бали); фото 5 – комета Чурюмова-Герасименко (0.5 бали).

3 (10, 11 клас) Які космічні апарати зображені на фото? Які об'єкти вони досліджують? (2 бали)



Відповідь. 6 – марсохід, Марс (1 бал); 7 – космічний зонд «Розетта», комету 67P/Чурюмова-Герасименко (1 бал).

4. На фото 4 зображене зоряне скупчення Плеяди. Назвіть його номер в каталозі Мессьє.

Запитання 10 клас: Чому зображення зірок мають ореол? (2 бали)

Запитання 11 клас: Чому зображення зірок мають блакитний волокнистий ореол? (2 бали)



Відповідь. Зоряне скупчення Плеяди (Стожари) (М 45) перебуває в насиченій космічним пилом області міжзоряного простору. Світло зір розсіюється на крихітних частинках пилу. Ореол має блакитний колір, тому що частинки краще розсіюють світло синьої частини спектра, ніж червоної. Волокнистим світло виглядає тому, що частинки туманності нерівномірно розподілені в просторі й сконцентровані в двох шарах вздовж лінії спостереження Стожар.

5. (10, 11 клас) Чому час початку океанічних припливів кожний день зміщується приблизно на 50 хвилин? (1 бал)

Відповідь. Час океанічних припливів визначається положення Місяця на небі. Рухаючись по орбіті в сторону, протилежну до видимого обертання зоряного неба, Місяць кульмінує кожний день приблизно на 50 хвилин пізніше ніж у попередній день і завершує повний цикл за 29,5 доби. На такий же час зміщується й час настання припливів.

6. (10, 11 клас) Аматори-астрономи вирішили визначити відстань між містами Шостка ($\varphi = 51^{\circ}51'$, $\lambda = 33^{\circ}28'$) та Охтирка ($\varphi = 50^{\circ}19'$, $\lambda = 34^{\circ}54'$). 23 вересня 2015 року ополудні вони виміряли висоту Сонця над горизонтом у цих містах. Аматори з якого міста раніше закінчили спостереження? Яка відстань між містами? (7 балів)

Відповідь.

Ополудні, тобто в 12.00 за місцевим часом, Сонце знаходиться у верхній кульмінації на південь від зеніту. Висоту світила над горизонтом у верхній кульмінації визначається за формулою: $h = 90^{\circ} - \varphi + \delta$, де φ – географічна широта місця спостереження, δ – схилення світила. Як відомо, 23 вересня – дата близька до дня осіннього рівнодення, коли Сонце знаходиться на небесному екваторі і його схилення дорівнює $\delta = 0$. Отже, $h_{\text{Шостка}} = 90^{\circ} - 51^{\circ}51' = 38^{\circ}09'$; $h_{\text{Охтирка}} = 90^{\circ} - 50^{\circ}19' = 39^{\circ}41'$. (4 бали).

Аматори з міста Охтирки раніше закінчать спостереження, оскільки полудень у м. Охтирка наступить раніше, ніж у м. Шостка. Різниця між довготою міст $\Delta\lambda = \lambda_{\text{Охтирка}} - \lambda_{\text{Шостка}} = 34^{\circ}54' - 33^{\circ}28' = 1^{\circ}26'$. Час запізнення можна визначити, якщо врахувати, що за 1 годину Земля обертається на 15° . Тоді $t = \frac{60 \text{ хв} \cdot 1^{\circ}26'}{15^{\circ}} = \frac{60 \text{ хв} \cdot 86'}{15^{\circ} \cdot 60'} \approx 5,7 \text{ хв}$.

Оскільки міста розміщуються практично на одному меридіані, то відстань між ними можна визначити як добуток довжини дуги меридіана в $1'$ на різницю широт:

$$l = \frac{2\pi R_{\text{Землі}}}{360^{\circ} \cdot 60'} (\varphi_{\text{Шостка}} - \varphi_{\text{Охтирка}}) = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 6400 \text{ км}}{360^{\circ} \cdot 60'} (51^{\circ}51' - 50^{\circ}19') \approx 171,2 \text{ км}.$$

7. (10, 11 клас) У березні 2004 року Європейське космічне агенство запустило апарат «Розетта» для дослідження комети Чурюмова-Герасименко. Здійснивши чотири гравітаційні маневри поблизу Землі та Марса, станція вийшла на орбіту, близьку до орбіти комети. На початку серпня 2014 року станція наблизилась до ядра комети на відстань 100 км і почала обертатися навколо нього. В середині листопада з нього стартував посадковий модуль, який закріпився на поверхні комети. Місія Розети здійснювалася до серпня 2015 року. Орбіта комети мала велику піввісь 3.51 а.о. та ексцентриситет 0.63. На яку відстань наблизиться комета до Сонця? Комета проходила перигелій 28 лютого 2009 року. Коли вона проходила його в наступний раз. (6 балів)

Відповідь. Визначення перигелійної відстані комети:

$$q = a(1-e) = 3.51(1-0.63) = 1.30 \text{ а.е. (2 бали)}$$

За III законом Кеплера $T^2 = a^3$ період руху комети

$$T = \sqrt{a^3} = \sqrt{(3.51)^3} = 6.58 \cdot 365.25 \text{ доби} = 2403 \text{ доби. (2 бали)}$$

Рік проходження перигелія: $2009.(17) + 6.(58) = 2015.(73)$. В інтервалі від 2009 до 2015 один рік високосний, тому $2403 = 366 + 365 \cdot 5 + 212$. Отже в перигелії комета перебувала 28 вересня 2015 року. (1 бал)

8. (11 клас) Компоненти подвійної зорі мають видимі зоряні величини $m_1 = +1^m$, $m_2 = +2^m$. Обчисліть видиму зоряну величину m подвійної системи зір. (6 балів)

Відповідь. Освітленості зір $E_1 = E_0 \cdot 2,215^{-m_1}$, $E_2 = E_0 \cdot 2,215^{-m_2}$, де E_0 – освітленість зорі, в якій зоряна величина дорівнює 0. Тоді $E_1 + E_2 = E_0 \cdot 2,215^{-m}$ або $2,215^m = 1,7967$. Звідси $m = \frac{0,2546}{\lg 2,512} = 0,6365$. [О.Ф. Новак Збірник задач і запитань з астрономії, стр. 11 № 13].

8. (10 клас) Стародавня цивілізація побудувала на Землі систему сигнальних башт висотою 30 метрів. З верхньої площадки кожної башти було видно верхню площадку двох найближчих башт. Запалюючи вогонь, можна було швидко передавати інформацію про небезпеку на значні відстані. За який найменший час таку інформацію можна було поширити по всій земній кулі, якщо час реакції солдата на башті, який запалює вогонь, дорівнює 10 секунд? Ослабленням світла атмосферою, рефракцією та рельєфом Землі знехтувати. (6 балів)

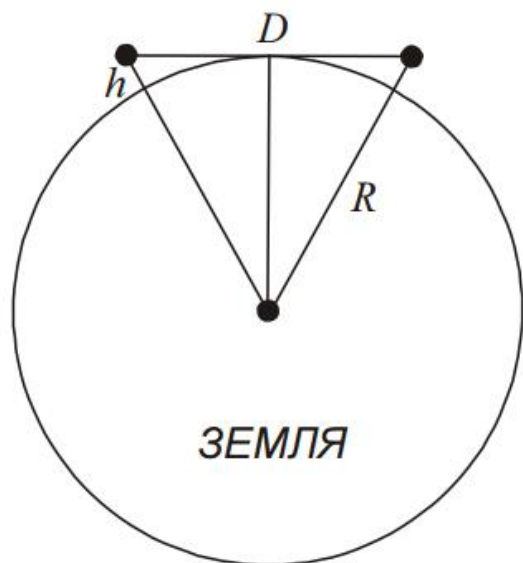
Відповідь.

Визначимо максимальну відстань між двома найближчими баштами, з вершини однієї з яких можна побачити вершину другої.

Врахуємо, що висота башти h значно менша за радіус Землі R . Тоді $D = 2\sqrt{(R+h)^2 - R^2} \approx 2\sqrt{2Rh} = 39.1 \text{ км}$.

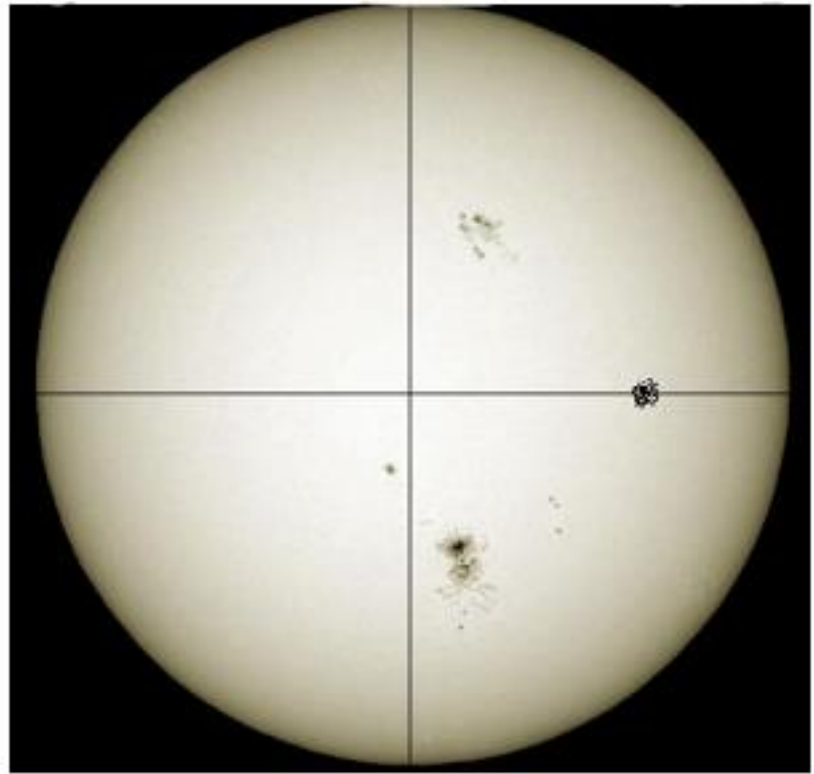
Через час $t = 10 \text{ с}$ на сусідній башті загориться сигнальний вогонь. Отже швидкість поширення сигналу $v = 3.91 \frac{\text{км}}{\text{с}}$.

Нехай усі башти розміщуються на одному великому крузі. Інформація пошириться по всій земній кулі в той



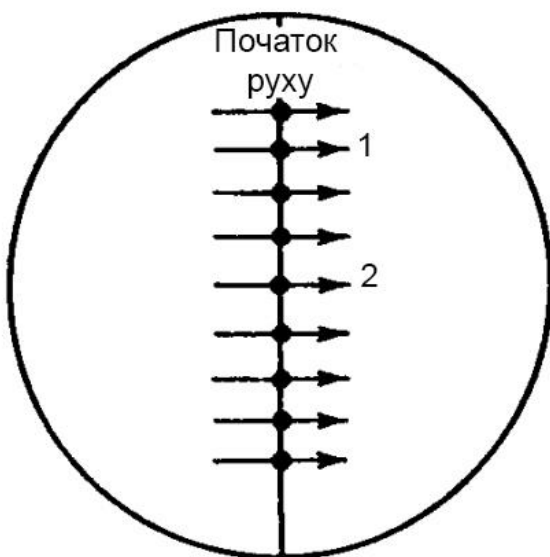
момент, коли вогонь побачать на башті, яка розміщуватиметься на протилежній стороні Землі. Час поширення - $T = \frac{\pi R}{v} = \frac{3.14 \cdot 6400 \text{ км}}{3.91 \frac{\text{км}}{\text{с}}} \approx 5100 \text{ с}$ або 1.4 години.

9. (10, 11 клас) На скільки градусів сонячна пляма, розташована поблизу екватора (період обертання дорівнює 25 діб) за один оберт обжене другу пляму, яка розміщується на широті 30 градусів (період – 26,3 доби). (5 балів)

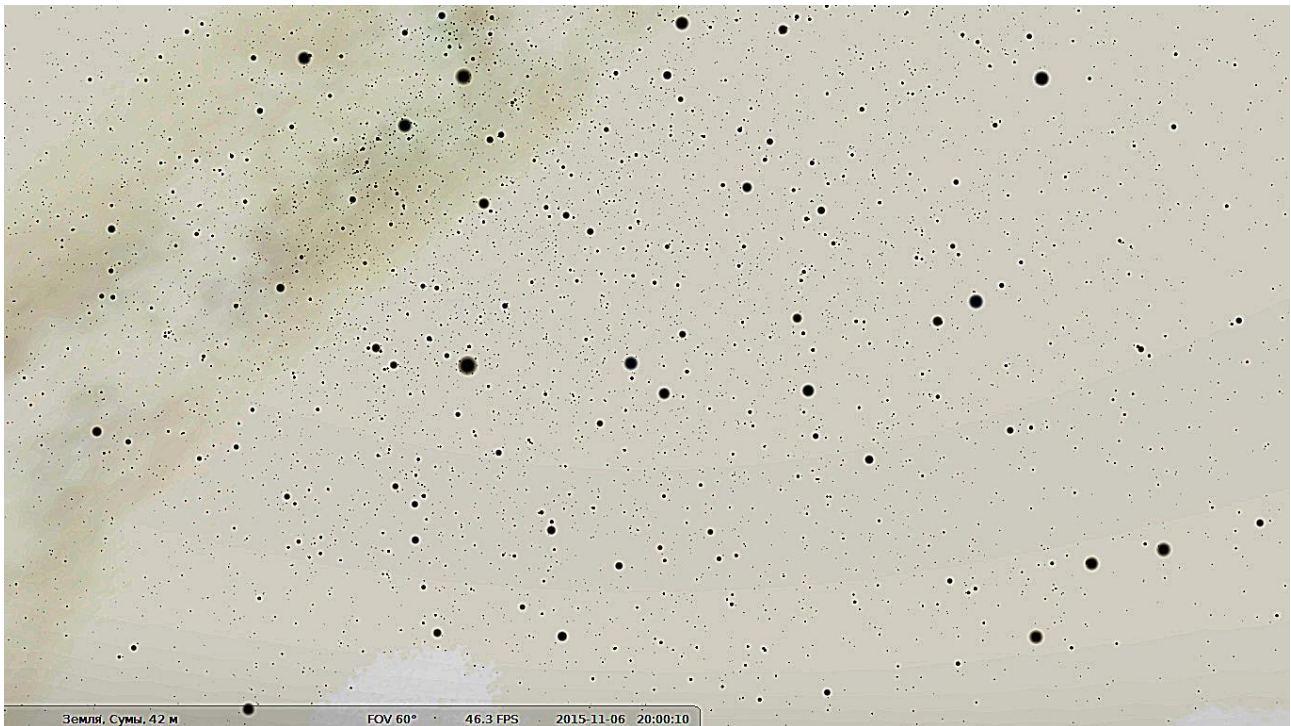


Відповідь. Нехай обидві плями розташовуються на центральному меридіані Сонця, тобто лінії, яка з'єднує полюси та проходить через видимий центр Сонця. Пляма, яка має більшу широту та обертається повільніше, через 26,3 доби знову опиниться на центральному меридіані. Тоді пляма на екваторі обжене першу на дугу, через яку вона пройде ще через 1,3 доби. За 1,3 доби екваторіальна пляма пройде дугу $\frac{360^\circ}{25 \text{ діб}} \cdot 1,3 \text{ доби} = 18,7^\circ$

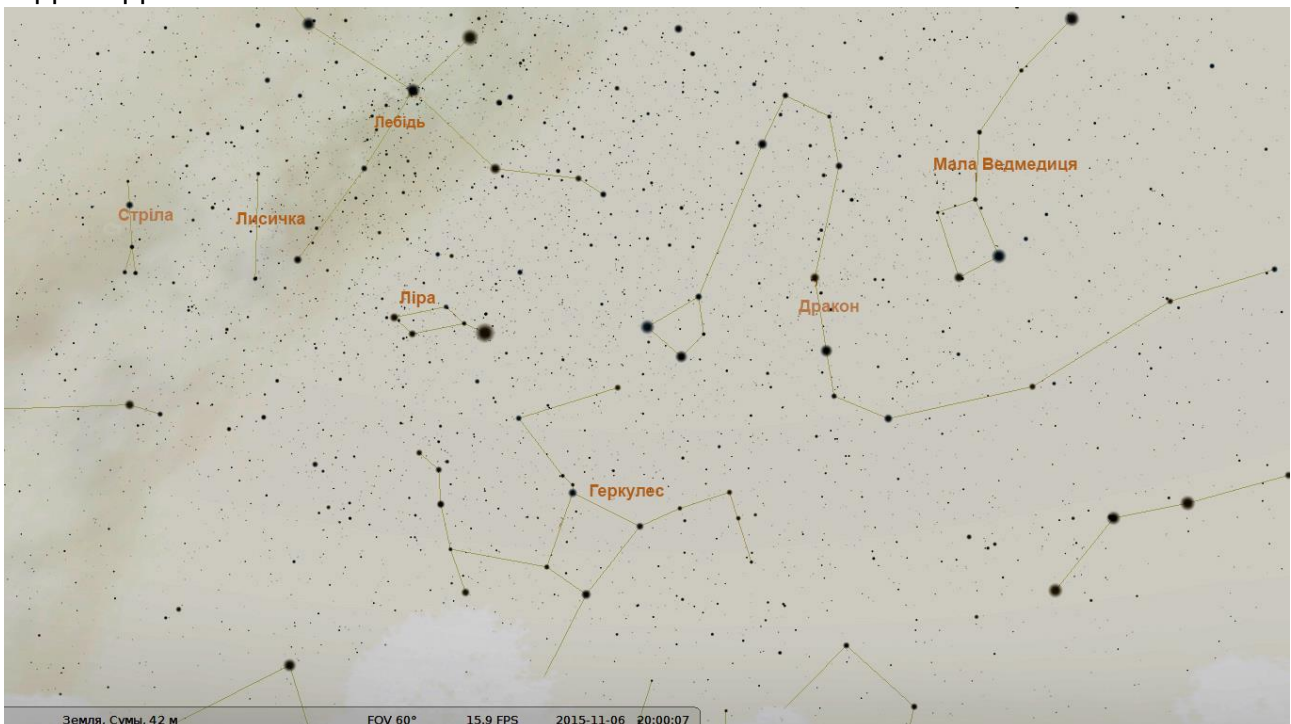
Тоді пляма на екваторі обжене першу на дугу, через яку вона пройде ще через 1,3 доби. За 1,3 доби екваторіальна пляма пройде дугу $\frac{360^\circ}{25 \text{ діб}} \cdot 1,3 \text{ доби} = 18,7^\circ$



10. (10, 11 клас) Позначте та назвіть сузір'я, які видно в Північній частині зоряного неба 6 грудня 2015 року о 20.00. Знімок нічного неба інвертовано. Чорні крапки – це зорі. (5 балів)



Відповідь.



Рекомендації: Для максимальної кількості балів учень повинен позначити такі сузір'я: Мала Ведмедиця, Дракон, Лебідь, Геркулес, Ліра.