

Розв'язки завдань II етапу Всеукраїнської олімпіади з астрономії. 10 клас. 30.11.2018 р.

1.1 б), д), а), г), в).

1.2 б)

1.3 Зайве в цьому списку «галактика», так як все інше - це окремі космічні тіла, а галактика - система космічних тіл.

1.4 1-в, 2-д, 3-г, 4-б.

1.5 ні, ні, ні, так, так.

2. Кут, під яким спостерігається об'єкт, обернено пропорційний відстані до нього (у випадку малих кутів). Радіус Землі в $6371/1738 = 3,67$ рази більший радіуса Місяця, отже, кутовий розмір Землі буде дорівнює місячному на відстані, в 3,67 разів більшій відстані від Землі до Місяця. $384\,400 \cdot 3,67 \approx 1,41$ млн км.

3. Лондон знаходиться в нульовому годинному поясі. Оскільки ширина одного годинного пояса складає 15° , то Канберра знаходиться в 10 годинному поясі. При переході на літній час до поясного часу додається 1 година. Оскільки Лондон знаходиться у Північній півкулі, а Канберра – у Південній, то початок літа в цих місцях настає з різницею у півроку. Коли в Лондоні годинник переводять на літній час, в Канберрі, навпаки, на зимовий. Лондон житиме по часові 1-го годинного пояса, а Канберра – по часу 10-го годинного пояса. Час у вказаних містах різнитиметься на 9 годин. Через півроку Лондон переходить на зимовий час і використовує час 0-го пояса, а Канберра переходить на літній час і використовує час 11-го пояса. Різниця досягає 11 годин.

4. Висота Полярної зірки майже точно відповідає поточній широті місцевості. Значить, корабель пливе на південь, і він проплив 10° . Знаючи з курсу географії, що довжина дуги меридіана в 1° становить 111 км (або обчислимо, що довжина всього меридіана

$l = 2\pi R = 6,28 \cdot 6371 = 40009,9$ км, що відповідає 360° . Тоді 1° відповідає $40009,9/360 \approx 111$ км.), отримуємо 1110 км. Цю відстань було пройдено за 24 години, значить, швидкість корабля становить 46,25 км / год.

$$F = G \frac{M \cdot m}{(R + h)^2},$$

5. Супутник рухається по коловій орбіті під дією сили всесвітнього тяжіння де M – маса Землі, m – маса супутника, R – радіус Землі. Супутник рухається з доцентровим

прискоренням $a = \frac{v^2}{(R + h)}$. Згідно II закону Ньютона $m \frac{v^2}{(R + h)} = G \frac{M \cdot m}{(R + h)^2}$. Звідси

$v^2 = G \frac{M}{R + h}$ і відповідно $v = \sqrt{G \frac{M}{R + h}}$ (1). Якщо з довідника записати масу Землі і гравітаційну сталу, то можна підставити значення і отримати $v \approx 7,6$ км/с. Якщо ж ці дані вважати невідомими, то виходячи з того, що прискорення вільного падіння на поверхні Землі

$g = G \frac{M}{R^2}$, можна записати $GM = gR^2$. Підставивши у вираз (1), отримаємо $v = R \sqrt{\frac{g}{R + h}}$.

$v = 6,371 \cdot 10^6 \text{ м} \cdot \sqrt{\frac{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{6,971 \cdot 10^6 \text{ м}}} \approx 7,6 \frac{\text{км}}{\text{с}}$. Період обертання $T = \frac{2\pi(R + h)}{v} \approx 5760 \text{ с}$.

6. Від моменту, коли диск Місяця почне заходити на Плеяди, до моменту, коли Місяць повністю пройде скупчення, Місяць повинен пройти свій діаметр ($\phi = 0,5^\circ$), а також діаметр

скупчення α . Кутовий діаметр скупчення α можна знайти вимірявши лінійкою діаметр

$$\frac{\alpha}{\varphi} = \frac{a}{d}$$

Місяця d , відстань між двома зорями скупчення a . Тоді $\frac{\alpha}{\varphi} = \frac{a}{d}$.
 $\alpha \approx 1,7^\circ$. Таким чином, за час покриття Місяць повинен пройти приблизно $\alpha + \varphi$ по небесній сфері. Кутову швидкість руху Місяця по небесній сфері можна оцінити, знаючи, що повний оберт навколо Землі (360°) він здійснює приблизно за один місяць (точніше, за 27.3 діб), тобто $\approx 13,1^\circ$ за добу. Отже, покриття буде

продовжуватися $\frac{\alpha + \varphi}{13,1} \approx 0,17$ доби ≈ 4 години.

2 спосіб (використавши дані із задачі 1)

Лінійна швидкість Місяця під час руху по орбіті
$$v = \frac{2\pi R}{T} = \frac{2\pi \cdot 384400000}{27,3 \cdot 24 \cdot 3600} = 1023 \frac{m}{s}$$

Вимірявши лінійкою діаметр Місяця d , відстань між двома зорями скупчення a і знаючи дійсний діаметр Місяця $D=3476000$ м, можемо знайти відстань, яку повинен пройти Місяць

по орбіті під час покриття $s = D + \frac{D}{d} a$. Тоді час покриття $t = \frac{s}{v}$.

Розв'язки завдань II етапу Всеукраїнської олімпіади з астрономії. 11 клас. 30.11.2018 р.

1.1 б), д), а), г), в).

1.2 б)

1.3 Зайве в цьому списку «галактика», так як все інше - це окремі космічні тіла, а галактика - система космічних тіл.

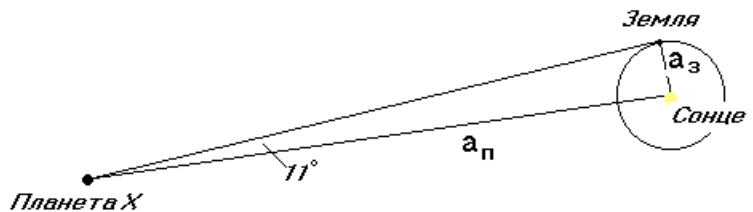
1.4 1-в, 2-д, 3-г, 4-б.

1.5 ні, ні, ні, так, так.

2. Для встановлення планети слід визначити яку-небудь її характеристику. Зобразимо на малюнку взаємне розміщення планети, Сонця і Землі під час елонгації. Пряма, що з'єднає планету і Землю, буде дотичною до орбіти Землі. Позначимо радіуси орбіт Землі і планети як a_3 і a_n . З прямокутного трикутника визначаємо:

$$a_n = a_3 / \sin 11^\circ.$$

Враховуючи, що радіус земної орбіти становить 1 а.о., одержимо значення радіуса орбіти планети – 5,2 а.о. Отже, інопланетянин проживає на Юпітері.



3. Одна зоря 1-ї зоряної величини у 2,512 рази більш яскрава за зорю 2-ї, і в 6,3 за зорю 3-ї. Отже, три зорі 2-ї будуть яскравішими, а п'ять зір 3-ї слабшими від зорі 1-ї зоряної величини.

(При порівнянні яскравостей, порівнюються їх загальні блиски (освітленості) E).

$$\frac{E_2}{E_1} = 2,512^{m_1 - m_2}$$

Із формули Погсона $E_1 = 2,512^{m_1 - m_2} E_2$, де E_2 – блиск зорі $m_2=2$ зоряної величини, E_1 – блиск зорі $m_1=1$ зоряної величини. Тоді $E_1=2,512 E_2$. Три зорі другої зоряної величини створюють блиск $3E_2$, що більше за $2,512 E_2$, тобто за E_1 .

Аналогічно $E_1=2,512^2 \cdot E_3=6,31 E_3$. П'ять зір третьої зоряної величини створюють блиск $5E_3$, що менше за $6,31 E_3$, тобто за E_1 .

4. На малюнку С – положення Сонця, 3 – положення Землі і А – астероїда на орбітах під час старту АМС, А' – положення астероїда під час фінішу.

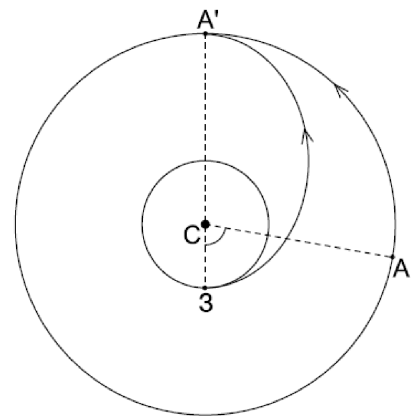
$$a = \frac{r_3 + r_A}{2}$$

Велика піввісь такої орбіти

де $r_3=1$ а.о. – радіус орбіти Землі, а $r_A=3$ а.о. – радіус орбіти астероїда. Таким чином $a = 2$ а.о.

$$\frac{T_3^2}{T_C^2} = \frac{a_3^3}{a_C^3}$$

З 3-го закону Кеплера $\frac{T_3^2}{T_C^2} = \frac{a_3^3}{a_C^3}$ отримуємо, що період



обертання станції T_C (в роках) по такій орбіті буде дорівнювати $T_C = a_C^{\frac{3}{2}} = \sqrt{8} \approx 2,8$ років (оскільки $T_3=1$ рік, $a_3=1$ а.о.).

Так як АМС потрібно пролетіти по цій орбіті тільки половину обороту, то переліт займе приблизно 1,4 року.

Період обертання астероїда по орбіті (з 3-го закону Кеплера) (тобто поворот на 360°)

$$T_A = r_A^{\frac{3}{2}} = \sqrt{27} \approx 5 \text{ років}$$

Отже, за 1,4 року астероїду (при спостереженні з Сонця) потрібно бути від місця зустрічі на

$$\text{кутовій відстані АСА } \alpha = \frac{360^\circ}{5} \cdot 1,4 \approx 100^\circ$$

Таким чином, кутова відстань між Землею і астероїдом в момент старту АМС ($\angle \text{ЗСА}$) рівна $180^\circ - \alpha \approx 80^\circ$.

5. а) Зміна дня і ночі на Землі в цьому випадку відбуватиметься, але при цьому 1 доба дорівнюватиме одному року (період обертання навколо осі співпадає з періодом обертання навколо Сонця).

б) Земля, зробивши один повний оберт відносно зір (зоряна доба) не займе того ж положення відносно Сонця (тому що трошки зміститься по своїй орбіті). Для того, щоб зайняти те ж положення відносно Сонця (сонячна доба) потрібно ще $1/365 \approx 4$ хвилини. (В одному році приблизно 365 сонячних діб). Отже, сонячна доба приблизно на 4 хвилини довша, ніж зоряна доба). Якби напрямок осьового обертання Землі змінився б на протилежний, то сонячна доба, навпаки, стала б коротшою зоряної доби на ті ж 4 хвилини.

Отже, якби Земля стала обертатися навколо своєї осі з тим же періодом, але в протилежному напрямку, то тривалість сонячної доби стала б коротшою приблизно на 8 хвилин.

6. Затемнення Місяця настає тоді, коли він знаходиться у фазі повного Місяця. Сонце в цей момент перебуває у діаметрально протилежному зодіакальному сузір'ї. Користуючись картою зоряного неба, знаходимо, що Сонце 27 липня перебуває в сузір'ї Рака, а Місяць в протилежному – сузір'ї Козоріга. Марс знаходиться поблизу Місяця, отже теж перебуває в цьому ж сузір'ї. За картою зоряного неба ідентифікуємо сузір'я, де знаходиться Сатурн. Це сузір'я Стрільця.

Знову ж таки за картою зоряного неба ідентифікуємо зорю, вказану стрілкою. Це α Орла.

За картою визначаємо, що верхня кульмінація цієї зорі відбулася 27 липня $\approx$ в 23 год 30 хв місцевого часу. А це означає, що поясний час $T_{\text{п}} = T_{\text{м}} - \lambda + n = 23^{\text{h}}30^{\text{m}} - 1^{\text{h}}44^{\text{m}} + 2 = 23 \text{ год } 46 \text{ хв}$.

Оскільки це літо, то потрібно врахувати поправку на літній час. Отже верхня кульмінація α Орла відбулася о 0 год 46 хв 28 липня.

Висота світила у верхній кульмінації $h = 90^\circ - \varphi + \delta$. Схилення визначаємо наближено за картою зоряного неба: $\delta \approx 10^\circ$. Тоді $h = 90^\circ - 50^\circ + 10^\circ = 50^\circ$.