

ЗАВДАННЯ
II етапу Всеукраїнської олімпіади з астрономії
2018-2019 навчального року

10 клас

1. Група мисливців незадовго до дня рівнодення рухалась декілька днів на захід. При цьому вони вибирали напрям по Сонцю таким чином, щоб після сходу Сонце в них було за спиною, в обід – справа, а заходило попереду
- а) Визначити в якій півкулі Землі вони полювали, якщо відомо, що охота проходила в середніх широтах.
 - б) в яке з рівнодень проходила охота.
- (2б)

Розв'язок. а) в південному б) неможливо вибрати

2. Виберіть правильні твердження (2б)
- а) Швидкість руху Землі по орбіті більше, чим швидкість Меркурія.
 - б) Самою гарячою частиною атмосфери Сонця є сонячна корона.
 - в) Кільця є тільки у двох планет Сонячної системи.
 - г) Сріблясті хмари є самими високими хмарами в земній атмосфері.
 - д) Кассіопея – екваторіальне сузір'я.
 - е) Юпітер – найбільша планета Сонячної системи.
 - є) Сіріус яскравіший ніж Полярна зоря.

Розв'язок. б) г) е) є)

3. Прискорення вільного падіння на Марсі і на Меркурії приблизно однакове – $3,7 \frac{m}{c^2}$. Проте Меркурій має 1,4 рази менший діаметр ніж Марс. Порівняйте густини планет (3б)

Розв'язок. Прискорення вільного падіння на поверхні планети залежить від маси та радіуса $g = \frac{GM}{R^2}$. Так як прискорення однакові $\frac{GM_1}{R_1^2} = \frac{GM_2}{R_2^2}$. Маса планети можна виразити через радіус та середню густину $M = \frac{4\pi R^3 \rho}{3}$. Після підстановки маси в попереднє рівняння отримаємо $\rho_1 R_1 = \rho_2 R_2$. Відповідно, густина Меркурія більше густини Марса в 1,4 рази.

4. Нова зоря за дві доби збільшує свій блиск від 8^m до 2^m . В скільки разів вона в середньому стає яскравішою за добу? (3б)

Розв'язок. В середньому за одну добу блиск зорі зростає на 3^m . Використовуючи формулу Погсона $\frac{E_2}{E_1} = 2,512^{\Delta m} = 2,512^3 \approx 15,85$ разів.

5. Зараз середній тиск атмосфери Землі на рівні моря складає 101325 Па. Як він зміниться на короткому проміжку часу, якщо внаслідок дії парникового ефекту середня температура Землі збільшиться на 1 К? (3б)

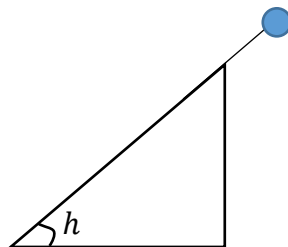
Розв'язок. Атмосферний тиск дорівнює масі атмосфери, помноженій на прискорення вільного падіння та поділеній на площу земної поверхні. Оскільки парниковий ефект не в змозі змінити жоден з цих параметрів – атмосферний тиск залишиться незмінним при змінах температури в досить широких межах. При цьому ми враховуємо той факт, що товщина атмосфери є малою порівняно з радіусом Землі, тому можна вважати, що прискорення вільного падіння однакове на всіх висотах в атмосфері.

6. Скільки разів за добу на циферблаті годинника співпадає положення стрілок, що показують години та хвилини. (2б)

Розв'язок. За добу стрілка, що показує години робить 2 оберти, а хвилинна – 24. Значить, хвилинна стрілка за добу 22 рази обганяє стрілку, що показує години. У момент цього обгону положення стрілок співпадають.

7. Опівдні довжина тіні вертикального стержня була рівна його висоті. Обчислити географічну широту місця спостереження, знаючи, що схилення Сонця на дату спостереження 15° (3б)

Розв'язок.



Оскільки довжина тіні дорівнює висоті стержня з рівнобедреного прямокутного трикутника висота Сонця $h = 45^{\circ}$. Для висоти Сонця опівдні висота Сонця $h = 90^{\circ} - \varphi + \delta \rightarrow \varphi = 90^{\circ} + \delta - h = 90^{\circ} + 15^{\circ} - 45^{\circ} = 60^{\circ}$

8. Нептун відкритий в 1846 році. Відстань планети в перигелії дорівнює 29,9 а.о., а в афелії 30,3 а.о. Обчисліть, в якому році Нептун здійснив свій перший (з моменту відкриття) оборот навколо Сонця (4б)

Розв'язок. Знайдемо велику піввісь планети

$$a = \frac{r_A + r_{\Pi}}{2} = \frac{30,3 + 29,9}{2} = 30,1$$

Скориставшись третім законом Кеплера

$$T^2 = a^3 \rightarrow T = a\sqrt{a} = 30,1\sqrt{30,1} \approx 165p$$

Відповідно перший оберт Нептун здійснив у $1846 + 165 = 2011$ році.

9. Запишіть зорі в порядку зростання температури поверхні: (2б)

А – голубувато-білі гіганти

Б – червоні гіганти

В – білі карлики

Г – жовті карлики

Розв'язок. БГВА

10. Який телескоп більше підходить для вивчення дрібних деталей на Місяці: наземний діаметром 4м чи космічний діаметром 2м?(2б)

Розв'язок. Космічний. Навіть в найкращих містах на Землі атмосферні спотворення не дозволяють розрізняти деталі менші ніж 0,3"- 0,5", тоді як космічний телескоп має роздільну здатність $\frac{140''}{D(\text{мм})} = 0,07''$.

ЗАВДАННЯ
II етапу Всеукраїнської олімпіади з астрономії
2018-2019 навчального року

11 клас

1. Група мисливців незадовго до дня рівнодення рухалась декілька днів на захід. При цьому вони вибирали напрям по Сонцю таким чином, щоб після сходу Сонце в них було за спиною, в обід – справа, а заходило попереду
- а) Визначити в якій півкулі Землі вони полювали, якщо відомо, що охота проходила в середніх широтах.
- б) в яке з рівнодень проходила охота.
- (2б)

Розв'язок. а) в південному б) неможливо вибрати

2. Космічний корабель майбутнього знаходиться на півдорозі з Землі до зорі Сіріус(α Великого Пса). В якому сузір'ї космонавти побачать Сонце? Швидкість корабля набагато менше швидкості світла. (2б)

Розв'язок. Сіріус одна з найближчих зір до Сонця. При цьому видиме розташування зір на небесній сфері практично не зміниться і спотворенням форми сузір'їв за рахунок релятивістських ефектів можна знехтувати. Сіріус має координати: пряме піднесення $6^h 40^m$, схилення -17° . Космонавти бачать Сонце в протилежному напрямі пряме піднесення $18^h 40^m$, схилення $+17^\circ$. Це сузір'я Геркулеса.

3. Аула Південна – подвійна зоря, що розташована у сузір'ї Великої Ведмедиці на відстані 8,37 парсек від Сонця. Абсолютна зоряна величина компонент $4,71^m$ та $5,23^m$. Через невелику кутову відстань між компонентами подвійність зорі непомітна неозброєним оком. Визначити видиму зоряну величину зорі.(5б)

Розв'язок. Визначимо видимі зоряні величини компонентів. Зв'язок між абсолютною зоряною величиною M та видимою зоряною величиною m :

$M = m + 5 - 5 \lg(r)$, де r – відстань до зорі в парсеках. Отримуємо

$$m_1 = 4,71 - 5 + 5 \lg(8,37) = 4,32^m, m_2 = 5,23 - 5 + 5 \lg(8,37) = 4,84^m$$

Сумарний блиск зорі $E = E_1 + E_2$. За формулою Погсона знайдемо

$$\frac{E_1}{E_2} = 2,512^{m_2 - m_1} = 2,512^{4,84 - 4,32} = 1,61$$

Відповідно $E = E_1 + E_2 = 2,61E_2$. Використовуючи формулу Погсона знайдемо видиму величину зорі

$$\lg\left(\frac{E}{E_2}\right) = 0,4(m_2 - m)$$

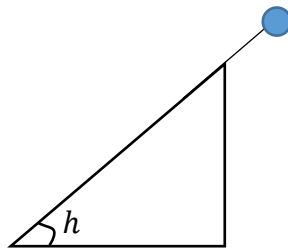
$$m = m_2 - 2,5 \lg\left(\frac{E}{E_2}\right) = 4,84 - 2,5 \lg(2,61) = 3,8^m$$

4. Зараз середній тиск атмосфери Землі на рівні моря складає 101325 Па. Як він зміниться на короткому проміжку часу, якщо внаслідок дії парникового ефекту середня температура Землі збільшиться на 1 К? (3б)

Розв'язок. Атмосферний тиск дорівнює масі атмосфери, помноженій на прискорення вільного падіння та поділеній на площу земної поверхні. Оскільки парниковий ефект не в змозі змінити жоден з цих параметрів – атмосферний тиск залишиться незмінним при змінах температури в досить широких межах. При цьому ми враховуємо той факт, що товщина атмосфери є малою порівняно з радіусом Землі, тому можна вважати, що прискорення вільного падіння однакове на всіх висотах в атмосфері.

5. Опівдні довжина тіні вертикального стержня була рівна його висоті. Обчислити географічну широту місця спостереження, знаючи, що схилення Сонця на дату спостереження 15° (3б)

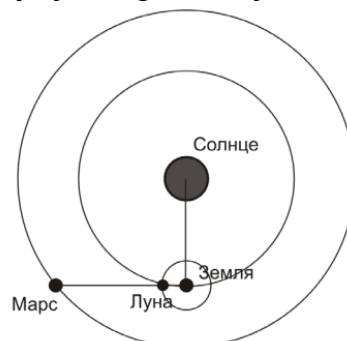
Розв'язок.



Оскільки довжина тіні дорівнює висоті стержня з рівнобедреного прямокутного трикутника висота Сонця $h = 45^\circ$. Для висоти Сонця опівдні висота Сонця $h = 90^\circ - \varphi + \delta \rightarrow \varphi = 90^\circ + \delta - h = 90^\circ + 15^\circ - 45^\circ = 60^\circ$

6. Марс, що знаходиться в східній квадратурі, і Місяць спостерігається в сполученні. Яка фаза Місяця в цей момент? Зобразіть розташування Місяця, Марса та Землі. (3б)

Розв'язок. Згідно умови побудуємо розташування Місяця, Марса та Землі.



При такому розташуванні Місяця відносно Землі та Сонця спостерігається фаза першої чверті.

7. 1 вересня 2016 року відбулося кільцеподібне сонячне затемнення. Відомо, що в вересні також відбудеться місячне затемнення? Якого числа воно відбудеться. (3б)

Розв'язок. Сонячне затемнення відбувається тоді, коли Місяць новий, а місячне – коли Місяць в повні. Між повнею та новим місяцем проходить приблизно половина місяця, тобто 14-15 днів. Відповідно, місячне затемнення відбудеться 15-16 вересня.

8. По спектру деякої зорі, що знаходиться поблизу точки літнього сонцестояння, в двадцятих числах березня була визначена її променева швидкість $70 \frac{\text{км}}{\text{с}}$. Через півроку променева швидкість для даної зорі становила $130 \frac{\text{км}}{\text{с}}$. Визначити на основі цих даних, як було вперше запропоновано академіком Білопольським визначити відстань від Землі до Сонця. (3б)

Розв'язок. Під час весняних спостережень Земля рухається в напрямку до зорі, а восени – в протилежному напрямі. До променевої швидкості зорі один раз додавалась, а другий раз додавалась швидкість самої Землі. Половина різниці отриманих променевих швидкостей дає швидкість руху Землі навколо Сонця. При цьому вважаємо орбіту Землі коловою. Помноживши значення швидкості на число секунд в одному році отримаємо довжину земної орбіти. Отриману довжину ділимо на 2π і отримуємо значення відстані від Землі до Сонця.

9. Знайти відстань до добового (стаціонарного) супутника Марса від його поверхні. ($M = 6,4 \cdot 10^{23}$ кг $R = 3400$ км) (4б)

Розв'язок. Добовий супутник має період обертання T навколо планети рівний її зоряному обертанню навколо осі. Для кругової орбіти радіуса R період буде дорівнювати $T = \frac{2\pi R}{v}$, де v – перша космічна швидкість $v = \sqrt{\frac{GM}{R}}$. Підставивши значення швидкості та виразивши радіус отримаємо

$$R = \sqrt[3]{\frac{GMT^2}{4\pi^2}} = 2,024 \cdot 10^7 \text{ м} = 20240 \text{ км}$$

Відстань супутника від поверхні буде на 3400 км менше, тобто 16840 км.

10. Який телескоп більше підходить для вивчення дрібних деталей на Місяці: наземний діаметром 4м чи космічний діаметром 2м?(2б)

Розв'язок. Космічний. Навіть в найкращих містах на Землі атмосферні спотворення не дозволяють розрізняти деталі менші ніж 0,3"-0,5", тоді як космічний телескоп має роздільну здатність $\frac{140''}{D(\text{мм})} = 0,07''$.

