

Відповіді для I етапу Всеукраїнських учнівських олімпіад з астрономії 2018-2019н.р.

I. Тестові завдання

1. (0,5 бала) Де б ви шукали Полярну зорю, якщо б знаходилися на екваторі?

Б. На горизонті

2. (0,5 бала) У якому напрямку відбувається видимий річний рух Сонця відносно зір для спостерігача, що знаходиться у північній півкулі?

Д. Із заходу на схід

3. (0,5 бала) У який час доби доступне спостереження планети, що розташована поблизу Сонця (до 45°) ліворуч від нього?

Б. Таку планету можна спостерігати ввечеру

4. Які назви «морів» дійсно відображають фізичні умови і явища на Місяці?

7. Море Спеки

8. Море Холоду

5. Які планети мають кільця?

Б. Нептун

В. Сатурн

Д. Юпітер

6. (0,5 бала) Супутник Сатурна Титан оточений густою атмосферою. Місяць ж зовсім позбавлений атмосфери, хоча його маса лише в 1,9 раз менше маси Титану. Чим пояснити цю відмінність?

Б. Відмінностями температури

7. (0,5 бала) У якій частині неба ефективніше шукати нові комети?

Б. У середині ночі - на півночі, увечері - на заході; вранці - на сході

8. (0,5 бала) Як на зоряному небі можна відрізнити астероїд від зорі?

Б. За переміщенням астероїда серед зір

II. Теоретичний тур

1. (2 бала) 16 червня 1709 р. за старим стилем військо на чолі з Петром I розгромило під Полтавою шведську армію Карла XII. Яка дата цієї історичної події за григоріанським календарем?

Відповідь

Сучасний календар, прийнятий у більшості країн світу, є сонячним календарем. В основі сонячних календарів лежить тривалість тропічного року, рівна 365,2422 середніх сонячних діб.

Юліанський календар (старий стиль). Тривалість року в юліанському календарі в середньому за 4 роки дорівнює 365,25 середніх сонячних діб, тобто календарний рік довше

тропічного всього лише на 0,0078 доби. Розбіжність між рахунком часу юліанським роками і тропічними роками в 1 добу настає через 128 років, близько 3 доби - за 400 років.

Григоріанський календар (новий стиль) виник в результаті реформи юліанського календаря, виробленої в 1582 році римським папою Григорієм XIII. У результаті реформи григоріанського календаря тривалість календарного року в середньому за 400 років встановлювалася рівною 365, 2425 середніх сонячних діб. Середній календарний рік став довше тропічного всього на 0,0003 доби і рахунок часу за григоріанським календарем і тропічними роками дасть розбіжність в 1 добу тільки лише через 3300 років.

Для перекладу дат з календаря старого стилю в календар нового стилю необхідно скористатися нижченаведеною таблицею

Таблиця

Роки юліанського календаря		Розбіжність між юліанським і григоріанським календарями (різниця в добі)
От 1.03	До 29.02	
1600	1700	10
1700	1800	11
1800	1900	12
1900	2000	13
2000	2100	13
2100	2200	14

2. (3 бали) Якщо окуляр при використанні з об'єктивом з фокусною відстанню $F=1$ м дає збільшення в 50 разів, то яке збільшення він дасть при використанні з об'єктивом з фокусною відстанню 5 м?

Відповідь

Збільшення телескопа визначається відношенням фокусних відстаней об'єктива і окуляра.

Так як $\tilde{A} = \frac{F}{f}$, то для нашого випадку $\tilde{A}_1 = \frac{F_1}{F_{i\epsilon}}$; $\tilde{A}_2 = \frac{F_2}{F_{i\epsilon}}$. У результаті перетворень

$$\tilde{A}_2 = \frac{\tilde{A}_1 \cdot F_2}{F_1 \cdot \tilde{A}_1} = \frac{50 \times 5}{1} = 250$$

3. (4 бали) Частинки сонячного вітру - протони, покинувши атмосферу Сонця і рухаючись практично рівномірно, досягають орбіти Землі через 3,5 дні. При цьому в 1 м^3 простору на відстані 1 астрономічної одиниці (а.о.) від Сонця знаходиться в середньому 5 частинок. Яку масу втрачає сонячним вітром наше світило за добу? За рік?

Відповідь

Через переріз в 1 м^2 на відстані $R=1,5 \cdot 10^{11}$ м від Сонця (земна орбіта) протягом доби пролітає $N=n \cdot v$ протонів, де $n = 5 \cdot 10^6 \frac{\text{частинок}}{\text{м}^3}$, $v = \frac{R}{t}$ - швидкість протонів $v =$

$$\frac{1,5 \cdot 10^{11}}{3,5} = 4,3 \cdot 10^{10} \frac{\text{м}}{\text{сут.}}$$

Через всю сферу радіусу R площею S за добу пролітає $S \cdot N$ протонів, де $S = 4\pi R^2 = 4 \cdot 3,14 \cdot (1,5 \cdot 10^{11})^2 = 2,8 \cdot 10^{23} \text{ м}^2$, що відповідає його масі

$$m = S N m_p = \frac{4\pi R^2 n R m_p}{t} = \frac{4\pi R^3 n m_p}{t} = 2,8 \cdot 10^{23} \cdot 4,3 \cdot 10^{10} \cdot 5 \cdot 10^6 \cdot 1,67 \cdot 10^{-27} = 10^{14} \text{ г/сут.}$$

Таким чином, $m_1 = \frac{4 \cdot 3,14 \cdot (1,5 \cdot 10^{11})^3}{t}$, втрачає Сонце за добу.

За рік Сонце втрачає із сонячним вітром $m_2 = m_1 \cdot 365,25 = 3,7 \cdot 10^{16}$ кг, що складає гранично малу частку від маси Сонця ($2 \cdot 10^{30}$ кг).

4. (5 балів) Земля раптово стала за масою рівною Сонцю, а відстань між ними не змінилася. Як змінилася тривалість року?

Відповідь

По уточненому третьому закону Кеплера:

$$\frac{T_1^2 \cdot (M_0 + M_{\oplus})}{T_2^2 \cdot (M_0 + M_0)} = \frac{a_1^3}{a_2^3}, \text{ но } a_1 = a_2 \text{ - по умові};$$

$$M_0 \gg M_{\oplus}, \quad T_1 = 1 \text{ год}; \quad (M_0 \text{ - маса Сонця, } M_{\oplus} \text{ - маса Землі});$$

$$\text{поэтому } \frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{M_0}{2M_0}; \quad \frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{1}{2} \Rightarrow T_2^2 = \frac{T_1^2}{2} \quad T_2 = \frac{T_1}{\sqrt{2}}$$

Таким образом, продолжительность уменьшится в $\sqrt{2}$ раз.

5. (6 балів) А у нас дешевий газ! А у вас?

Перед вами уривок із справжнього листа до професійного астронома Олега Малкова:

«Шановний Олеже! Події січня 2009 року показали серйозну залежність людства від природного газу, запаси якого виснажуються. Разом з тим, у Сонячній системі існують планети, які названі газовими гігантами, й мають багато метану. Чи опрацюється в наукових колах питання здійснення можливості доставки газу на Землю?»

А. Що б ви відповіли автору листа?

Б. Уявімо собі, що з Юпітера на Україну вже провели трубу. Чи піде нею метан, який на Юпітері знаходиться під високим тиском? Поясніть свою точку зору.

Відповідь

А. Відстань від України до Юпітера 5,3 астрономічних одиниць, тобто $7,5 \cdot 10^8$ км (750 мільйонів кілометрів). Оцініть, скільки металу (скажімо, заліза) знадобиться на трубу такої довжини, скажімо, при радіусі труби 1 м і товщині стінок 2 мм, вийде близько 70 мільярдів тонн. За скільки часу на всій Землі справлять стільки стали, щоб зробити такі труби?

Б. Тепер уявімо, що труба вже протягнута. Порція газу, що знаходиться на Юпітері, нехай навіть і під високим тиском, притягається до самого Юпітеру набагато сильніше, ніж до Землі. Так що газ сам піде на Україну тільки в тому випадку, якщо його підняти від Юпітера до точки, де сили тяжіння Землі і Юпітера зрівняються. Оскільки маса Юпітера в 318 разів більше земний, точка рівноваги знаходиться приблизно в 17 разів ближче до Землі, ніж до Юпітера. І поки газ не дійде до цієї точки від Юпітера, газ потрібно накачувати за допомогою насосів. Так що сам собою газ з Юпітера на Україну не піде, дешевий газ не вийде