

**Муниципальный этап Всероссийской олимпиады школьников  
2021-2022 учебный год  
АСТРОНОМИЯ  
9 класс**

**Критерии оценивания**

Выставление премиальных баллов сверх максимальной оценки за задание не допускается.

**Задание №1**

Венера – 4 (ближайший)

Титан – 3

Уран – 2

объект пояса Койпера – 1

**По 2 балла за каждую верную пару.**

Итого за задание 8 баллов

**Комментарий:**

Титан – спутник Сатурна.

**Задание №2**

Дано:  $T = 3,269$  года,  $Q = 2,546$  а. е.

Минимальное расстояние будет, когда астероид в перигелии своей орбиты.

1) Вычислим большую полуось  $a$  орбиты астероида (из III закона Кеплера):

$$T^2 = a^3 \quad \Rightarrow \quad a = \sqrt[3]{T^2} = \sqrt[3]{3,269^2} = 2,203 \text{ а. е.}$$

2) Т.к. расстояние в афелии  $Q = a(1 + e)$ , то эксцентриситет орбиты  $e$  составит

$$Q = a + ae \quad e = \frac{Q-a}{a} = \frac{2,546 - 2,203}{2,203} = 0,1557$$

3) Расстояние в перигелии:

$$q = a(1 - e) = 2,203 (1 - 0,1557) = 1,860 \text{ а. е.}$$

0 баллов — решение отсутствует;

Вычислена большая полуось из третьего закона Кеплера - 2 балла;

Определен эксцентриситет орбиты - 2 балла;

Вычислено расстояние в перигелии 3 балла;

Итого за задание 8 баллов.

**Задание №3**

Дано:  $h_0 = 16^\circ 39'$ ,  $\varphi_0 = 56^\circ 38'$

Вычислим сначала склонение Сириуса  $\delta$ :

$$h_0 = 90^\circ - \varphi_0 + \delta \quad \Rightarrow \quad \delta = h_0 + \varphi_0 - 90^\circ = 16^\circ 39' + 56^\circ 38' - 90^\circ = -16^\circ 43'$$

Чтобы звезда была невосходящей на широте  $\varphi$ , её высота в верхней кульминации должна быть  $h < 0^\circ$  (т.е. она должна кульминировать под горизонтом).

$$h = 90^\circ - \varphi + \delta < 0^\circ$$

Отсюда  $\varphi > 90^\circ + \delta = 90^\circ + (-16^\circ 43') = 73^\circ 17'$

На широтах  $\varphi > 73^\circ 17'$  Сириус не виден (является невосходящей звездой).

0 баллов — решение отсутствует;

Определено склонение Сириуса - 2 балла;

Учтена высота в верхней кульминации 3 балла;

Произведены все вычисления и дан верный ответ – 3 балла.

Итого за задание 8 баллов.

#### Задание №4

На первом этапе нужно вспомнить взаимосвязь между оптической силой линзы и ее фокусным расстоянием.  $D = 1/F$ .

Получаем, что фокусное расстояние объектива  $F=1$  метр

А фокусное расстояние окуляра  $f=1/100=1$  см.

Из рисунка видно, что фокальная плоскость объектива совпадает с фокальной плоскостью окуляра. Следовательно, полная длина телескопа составляет  $1 \text{ м} + 1 \text{ см} = 1.01 \text{ м}$

Увеличение телескопа рассчитывается из формулы  $\Gamma = \frac{F}{f} = \frac{D}{a}$ . Мы уже знаем фокусные расстояния объектива и окуляра, и получаем, что увеличение  $\Gamma=100$ .

Связь оптической силы и фокусного расстояния линзы - 1 балл

Определение фокусных расстояний объектива и окуляра по 1 баллу за каждый - итого 2 балла

Определение длины телескопа 1.01 метра. - 2 балла.

Определение увеличения телескопа 100 - 3 балла.

Итого за задание 8 баллов.

#### Задание №5

Поскольку, Васечкин наблюдает Луну во время захода Солнца, то она находится в фазе от новолуния до полнолуния, и мы видим ту часть терминатора Луны, которая начинает лунный день. Следовательно, наблюдатели на Луне увидит восход Солнца, т.к. фаза Луны увеличивается. Да космонавты будут видеть Землю, т.к. их точка нахождения видна с Земли, а значит расположена на повернутом к земле полушарии Луны. И смогут видеть звезды, так как на Луне нет атмосферы и звезды видны на небе днем вместе с Солнцем.

Наблюдается восход Солнца - 1 балл,

Объяснение причины в том, что мы видим растущую Луну и утреннюю часть терминатора. Или любое другое объяснение, сводящееся к правильному описанию ситуации - 2 балла

Космонавты будут видеть Землю - 1 балл

По той причине, что, если мы видим точку в которой находится экспедиция по условию задачи, значит и оттуда будет видна Земля. - 2 балла.

Космонавты будут видеть звезды - 1 балл.

Отсутствие атмосферы на Луне - 1 балл

Итого за задание 8 баллов.

#### Задание №6

Плотность - это отношение полной массы к объему  $\rho = \frac{M}{V} = \frac{3M}{4\pi R^3}$  если использовать объем шара, к которому очень близка форма Солнца. Следовательно, плотности Солнца на разных стадиях его жизни будут:

Красный гигант:

$$\rho_{\text{КГ}} = \frac{M}{V} = \frac{3M}{4\pi R^3} = \frac{3 \cdot 2 \cdot 10^{30}}{4 \cdot 3.14 \cdot (0.7 \cdot 1.5 \cdot 10^8)^3} = 1.4 \cdot 10^{-4} \text{ кг/м}^3$$

Белый карлик:

$$\rho_{\text{БК}} = \frac{M}{V} = \frac{3M}{4\pi R^3} = \frac{3 \cdot 2 \cdot 10^{30}}{4 \cdot 3.14 \cdot (6.4 \cdot 10^6)^3} = 1.8 \cdot 10^9 \text{ кг/м}^3$$

Нынешнее Солнце:

$$\rho_{\text{С}} = \frac{M}{V} = \frac{3M}{4\pi R^3} = \frac{3 \cdot 2 \cdot 10^{30}}{4 \cdot 3.14 \cdot (7 \cdot 10^8)^3} = 1.4 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$$

Найдем отношение плотностей в конце жизни Солнца - это стадия белого карлика и сейчас. Ее можно найти просто, разделив плотности друг на друга, а можно вывести соответствующую формулу:

$$\frac{\rho_{\text{БК}}}{\rho_{\text{С}}} = \frac{\frac{M_{\text{С}}}{V_{\text{БК}}}}{\frac{M_{\text{С}}}{V_{\text{С}}}} = \frac{V_{\text{С}}}{V_{\text{БК}}} = \left(\frac{R_{\text{С}}}{R_{\text{БК}}}\right)^3 = \left(\frac{7 \cdot 10^8}{6.4 \cdot 10^6}\right)^3 = 1.3 \cdot 10^6$$

Правильная формула плотности, как массы деленной на объем - 1 балл  
Использование формулы объема шара - 1 балл  
Определение плотности Солнца - Красного гиганта - 2 балла  
Определение плотности Солнца-Белого карлика - 2 балла  
Определение плотности нынешнего Солнца - 1 балл  
Определение отношения плотностей либо обратной величины - 1 балл  
Итого за задание 8 баллов.