

**Муниципальный этап
Всероссийской олимпиады школьников
по астрономии
2017/18 учебный год
11 класс
Возможные решения и критерии оценивания**

Задание 1. Задача 1. Звездная величина Веги $0,14^m$. Во сколько раз эта звезда ярче Солнца, если расстояние до нее 8,1 парсек?

Решение. Для решения применим формулу, которая связывает видимую звездную величину m с абсолютной звездной величиной M

$$M = m + 5 - 5 \lg D,$$

где D – расстояние от звезды до Земли в парсеках, $D = 8,1$ пк;

m – звездная величина, $m = 0,14$

M – звездная величина, которую наблюдали бы с расстояния данной звезды со стандартного расстояния 10 парсек.

$$M = 0,14 + 5 - 5 \lg 8,1 = 0,14 + 5 - 5 * 0,9 = 0,6$$

Абсолютная звездная величина связана со светимостью L формулой

$$\lg L = 0,4 (5 - M);$$

$$\lg L = 0,4 (5 - 0,6) = 1,76;$$

$$L = 58$$

Ответ: в 58 раз ярче Солнца

Критерии оценивания

Максимальный балл – 8.

Верные рассуждения – до 5 баллов.

Верные вычисления – до 3 баллов.

Задание 2. В давние времена, когда солнечные затмения "объясняли" захватом нашего светила чудовищем, очевидцы находили подтверждение этому в том, что при частном затмении наблюдали под деревьями, в лесу световые блики, "напоминающие форму когтей". Как научно объяснить такое явление?

Решение. Во время частного затмения Солнце наблюдается в виде яркого полумесяца. Промежутки между листьями являются небольшими отверстиями. Они, работая, как отверстия в камере обскуре дают на Земле множественные изображения серпов, которые легко принять за когти.

Критерии оценивания

Максимальный балл – 8.

Верные рассуждения – до 6 баллов.

Сделан рисунок – до 2 баллов.

Задание 3. Во сколько раз диаметр звезды Арктур (α Волопаса) больше Солнца, если светимость Арктура 100, а температура 4500 К?

Решение. Из закона Стефана – Больцмана $L = 4\pi R^2 \sigma T^4$ получаем формулу

$$D_A = \sqrt{L} \cdot \frac{T_A^2}{T_C^2}, \text{ где}$$

D_A – диаметр Арктура по отношению к Солнцу;

$L = 100$ – светимость Артура;

$T_A = 4500$ К – температура Арктура;

$T_C = 6000$ К – температура Солнца

Ответ: $D_A \approx 5,6$ диаметров Солнца

Критерии оценивания

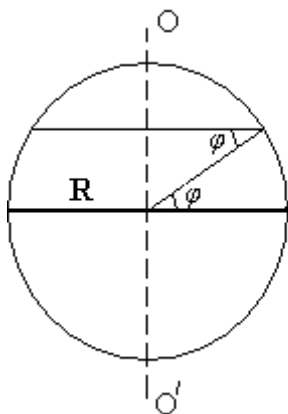
Максимальный балл – 8.

Верные рассуждения – до 4 баллов.

Верные вычисления – до 4 баллов.

Задание 4. С какой по величине и направлению скоростью должен лететь из Новокузнецкого аэропорта самолет, чтобы, двигаясь вдоль параллели 54° с. ш., прибыть в пункт назначения в тот же час по местному времени, что и при вылете из Новокузнецка?

Решение.



Земля вращается с запада на восток. Время определяется положением Солнца; поэтому, чтобы самолет находился в одном и том же положении относительно Солнца, он должен лететь против вращения Земли со скоростью, равной линейной скорости точек Земли на широте трассы. Данная скорость определяется по формуле:

$$v = \frac{2\pi r}{T}; \quad r = R_3 \cos \varphi$$

v - скорость самолета;

T – период вращения Земли, $T = 86400$ с;

r - радиус вращения точек трассы на заданной широте;

R – радиус Земли, $R = 6,371 \cdot 10^6$ м;

φ – широта, $\varphi = 54^\circ$.

$$v = \frac{2\pi R \cdot \cos \varphi}{T}$$

Ответ: $v = 272$ м/с = 980 км/ч, лететь на запад.

Критерии оценивания

Максимальный балл – 8.

Верные рассуждения – до 4 баллов.

Верные вычисления – до 4 баллов.

Задание 5. Среднее расстояние от Луны до Земли равно 384400 км, а от спутника Ио до планеты Юпитер — 421600 км. У какого из спутников период обращения вокруг планеты больше? Ответ объясните и подтвердите расчетами. Масса Юпитера в 318 раз больше массы Земли.

Решение. Луна и Ио обращаются по своим орбитам вокруг центральных тел с существенно разной массой, поэтому для решения задачи нужно воспользоваться III обобщенным законом Кеплера. $\frac{T_u^2 \cdot M_{\text{Ю}}}{a_u^3} = \frac{T_l^2 \cdot M_z}{a_l^3}$. Из этого

закона легко получить, что, так как масса Юпитера в 318 раз больше массы Земли, то период обращения Ио будет намного меньше периода обращения

Луны, хотя радиус орбиты Ио немного больше. $\frac{T_l}{T_u} = \sqrt{\frac{M_{\text{Ю}} \cdot a_l^3}{M_z \cdot a_u^3}} \approx 15,5$.

Критерии оценивания

Максимальный балл – 8.

Правильно записан III обобщенным законом Кеплера – до 4 баллов.

Верные вычисления – до 4 баллов.

Верный качественный ответ, без вычислений, если сделан главный вывод о влиянии значительного различия масс планет – до 4 баллов.

Задание 6. Меркурий и Титан, спутник Сатурна, имеют примерно одинаковые массы и размеры, но у Титана есть довольно плотная атмосфера, а у Меркурия – нет. Как Вы думаете, почему?

Решение. То, что Титан и Меркурий имеют одинаковые размеры и массы, означает, что вторая космическая скорость, т. е. скорость, позволяющая телу

улететь от поверхности навсегда, для них одинакова. Но в атмосфере Титана молекулы двигаются медленно, т. к. Титан расположен далеко от Солнца и температура его атмосферы мала, поэтому достаточно тяжелые молекулы в ней удерживаются. А в атмосфере Меркурия, если бы она была, молекулы двигались бы с намного большими скоростями, т. к. они сильнее бы разгонялись из-за нагрева близко расположенным Солнцем, поэтому Меркурий не способен удержать возле поверхности даже тяжелые молекулы.

Критерии оценивания

Максимальный балл – 8.

Указана формула второй космической скорости – 2 балла.

Указано расстояние до спутников – 2 балла.

Верные рассуждения о скоростях молекул атмосферы – до 4 баллов.