

**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 ( $\alpha$  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

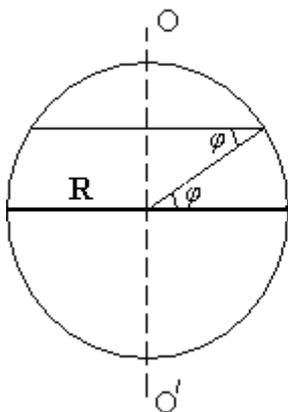
Максимальный балл – 8.

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  $54^\circ$  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;

$\varphi$  – 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.  $\frac{T_u^2 \cdot M_{ю}}{a_u^3} = \frac{T_l^2 \cdot M_з}{a_l^3}$ . 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.  $\frac{T_l}{T_u} = \sqrt{\frac{M_{ю} a_l^3}{M_з \cdot a_u^3}} \approx 15,5$ .

### 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.