



Муниципальный этап  
Всероссийской олимпиады  
по астрономии  
Ленинградская область

2020/2021

8–9 классы

Максимальный балл за всю работу равен 40

1. Начинающий астроном Вася услышал по радио часть сообщения: «... Юпитер сегодня находится в созвездии Во...». Решив блеснуть знанием созвездий, Вася записал, что Юпитер находится в созвездии Волос Вероники. Может ли запись Васи быть правдивой?

**Решение (8 баллов):**

Орбита Луны наклонена к плоскости эклиптики под относительно небольшим углом (около  $5^\circ$ ), поэтому можно ожидать увидеть Луну в созвездиях, находящихся в непосредственной близости от эклиптики, то есть в зодиакальных созвездиях и, в некоторых случаях, в близких к ним. Например, 14 августа 2020 года Луна проходила по созвездию Ориона. Тем не менее, созвездие Волос Вероники удалено от эклиптики не менее, чем на  $10^\circ$ , что не позволяет Луне проходить по данному созвездию.

2. Звезда Лакайль 9352 в настоящее время имеет координаты на небесной сфере  $\alpha_0 = 23^h 05^m 52^s$ ,  $\delta_0 = -35^\circ 51' 11''$ . Сто лет назад координаты этой звезды были равны  $\alpha_1 = 23^h 05^m 07^s$ ,  $\delta_1 = -35^\circ 53' 24''$ . Чему будут равны ее координаты через 50 лет после настоящего времени?

**Решение (8 баллов):**

Определим, насколько изменились координаты звезды за сто лет:

$$\begin{aligned}\alpha_0 - \alpha_1 &= 23^h 05^m 52^s - 23^h 05^m 07^s = 45^s = 675'', \\ \delta_0 - \delta_1 &= -35^\circ 51' 11'' + 35^\circ 53' 24'' = 2' 13'' = 133''.\end{aligned}$$

Мы можем предполагать, что за следующие с настоящего момента 50 лет изменения координат составят половину от вычисленных выше величин. Следовательно, первая координата должна измениться примерно на  $347'' = (347/15)^s \approx 23^s$ , вторая — на  $66' = 1' 06''$ . Таким образом, спустя 50 лет координаты звезды будут такими:

$$\begin{aligned}\alpha_2 &= \alpha_0 + 23^s = 23^h 06^m 15^s, \\ \delta_2 &= \delta_0 + 1' 06'' = -35^\circ 50' 05''.\end{aligned}$$

3. По одной из оценок радиус звезды Вольфа–Райе WR 142 равен 80% радиуса Солнца, а масса в 28 раз превышает солнечную. Во сколько раз плотность WR 142 больше плотности Солнца? Если средняя плотность Солнца равна  $1.4 \text{ г/см}^3$ , то во сколько раз средняя плотность WR 142 выше плотности золота, равной  $19.3 \text{ г/см}^3$ ?

**Решение (8 баллов):**

Средняя плотность объекта — это отношение его массы к его объему. Будем сразу записывать отношение плотности звезды к плотности Солнца:

$$\frac{\rho}{\rho_\odot} = \frac{\frac{M}{V}}{\frac{M_\odot}{V_\odot}} = \frac{M}{M_\odot} \cdot \frac{V_\odot}{V}.$$

Звезды мы будем считать сферически-симметричными, в таком случае их объем можно выразить через радиус как  $V = \frac{4}{3}\pi R^3$ , то есть объем пропорционален кубу радиуса. Если эту формулу не помнить, то можно предположить, что объем фигуры должен расти с радиусом примерно как у кубика, что в итоге и даст нам право считать  $V$  пропорциональным  $R^3$ . Таким образом, формула для отношения плотностей принимает вид

$$\frac{\rho}{\rho_{\odot}} = \frac{M}{M_{\odot}} \cdot \frac{R_{\odot}^3}{R^3} = \frac{M}{M_{\odot}} \cdot \left(\frac{R_{\odot}}{R}\right)^3 = 28 \cdot \left(\frac{R_{\odot}}{0.8R_{\odot}}\right)^3 = 28 \cdot \left(\frac{5}{4}\right)^3 \approx 55.$$

Зная плотность Солнца, найдем плотность звезды:  $55 \cdot 1.4 = 77 \text{ г/см}^3$ , тогда отношение плотности звезды и плотности золота будет равно  $77/19.3 \approx 4$ .

4. В какой сезон года лучше всего наблюдать из Петербурга Сатурн, находящийся в противостоянии? Объясните свой ответ как можно подробнее.

**Решение (8 баллов):**

Существуют два фактора, определяющих удобство наблюдения небесных объектов. Во-первых, наиболее удобно их наблюдать в темное время суток (в идеале — ночью), а во-вторых — как можно выше над горизонтом.

Так как рассматриваемая конфигурация — противостояние, то можно считать, что Сатурн находится в строго противосолнечной точке неба в виду небольшого наклона его орбиты к эклиптике, то есть планету неизбежно придется наблюдать ночью. Вспоминая о том, что Солнце (двигаясь по эклиптике) выше всего над горизонтом бывает летом (находясь в созвездиях Тельца или Рака), значит и Сатурн будет удобнее всего наблюдать тогда, когда он проходит по этим созвездиям. При противостоянии это возможно, очевидно, когда Солнце находится в созвездиях, на  $180^\circ$  отстоящих от Тельца и Рака, то есть в Скорпионе или Стрельце, то есть зимой.

Итак, итоговый ответ: Сатурн в противостоянии лучше всего наблюдать из Петербурга зимой.

5. У недавно открытого астероида 2020 AV2 среднее расстояние от Солнца составляет 83 миллиона километров. Чему равен период его обращения вокруг Солнца?

**Решение (8 баллов):**

Воспользуемся III законом Кеплера в виде  $P^2 = a^3$ , учитывая, что период  $P$  должен быть выражен в годах, а большая полуось орбиты  $a$  (она же среднее расстояние) — в астрономических единицах. Поскольку 1 а.е. — это 150 миллионов км, получаем, что для этого астероида  $a = 83/150 \approx 0.55$  а.е. Тогда период  $P = a^{3/2} = 0.41$  года.