

**ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
ПО АСТРОНОМИИ 2014–2015 г.  
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП. 10 КЛАСС**

**Задание 1.**

Расположите объекты в порядке увеличения их массы:

- а. Арктур
- б. Луна
- в. Плеяды
- г. Сатурн
- д. ядро кометы Энке

**Решение.**

Правильный ответ: ядро кометы Энке, Луна, Сатурн, Арктур (звезда), Плеяды (скопление звёзд).

**Оценивание.**

Если все объекты выстроены в правильном порядке, выставляется 8 баллов. Если порядок не совсем верный, но из предложенного ответа достаточно убрать один объект, чтобы оставшиеся четыре расположились в правильном порядке, то выставляется 4 балла. Если для получения правильного порядка нужно убрать два объекта, то выставляется 1 балл. В остальных случаях – 0 баллов. Обоснование ответа не требуется.

**Задание 2.**

В некоторых средствах массовой информации сообщалось, что 27 августа Марс будет виден на небе, как две Луны. Оцените, каким должно быть расстояние до Марса, чтобы его площадь на небе в 2 раза превышала площадь полной Луны. Среднее расстояние от Земли до Луны – 384 000 км, диаметр Луны – 3480 км, диаметр Марса – 6790 км.

**Решение.**

Пусть  $D$  – диаметр Марса (или Луны), а  $R$  – расстояние до Марса (или Луны). Тогда угловой размер  $\rho$  Марса (или Луны) можно определить из уравнения

$$\operatorname{tg} \frac{\rho}{2} = \frac{D}{2R}$$

Принимая во внимание малость угла  $\rho$ , тангенс угла можно заменить самим углом, выраженным в радианах. Отсюда получаем

$$R = \frac{D}{\rho}$$

Для того чтобы площадь Марса на небе была вдвое больше площади полной Луны, видимый диаметр Марса должен быть в  $\sqrt{2}$  раз больше диаметра Луны. Отсюда получаем расстояние до Марса:

$$R_m = 2^{-1/2} R_l \frac{D_m}{D_l} = \frac{384 \cdot 6,79}{\sqrt{2} \cdot 3,48} \approx 530$$

**Ответ:** Марс должен быть на расстоянии ближе, чем 530 тыс. км. В действительности Марс никогда не подходит к Земле ближе, чем на 54,6 млн км.

### Оценивание.

Максимальная оценка за это задание – 8 баллов. Задачу можно условно разбить на 3 этапа. Во-первых, надо найти зависимость углового размера Марса (или Луны) от размера и расстояния до него. Во-вторых, надо понимать, что изменение диаметра окружности в  $k$  раз приводит к изменению площади в  $k^2$  раз, и наоборот. Оба этих этапа оцениваются в 3 балла. Финальный подсчёт оценивается еще в 2 балла.

### Задание 3.

Космический аппарат «Венера-Экспресс» был оснащён солнечными батареями площадью  $5,7 \text{ м}^2$ . Эти батареи вырабатывали на орбите Венеры  $1,1 \text{ кВт}$  электроэнергии. Аппарат «Новые Горизонты», направляющийся сейчас к Плутону, имеет на борту изотопный источник мощностью  $200 \text{ Вт}$ . Какую площадь должны были бы иметь солнечные батареи на «Новых Горизонтах», чтобы вырабатывать столько же электроэнергии вблизи Плутона, что и изотопный источник? Встреча с Плутоном произойдёт на расстоянии  $32 \text{ а. е.}$   $14 \text{ июля } 2015 \text{ года}$ . Радиус орбиты Венеры –  $0,72 \text{ а. е.}$

### Решение.

Солнце светит во все стороны одинаково. Пусть  $L$  – светимость Солнца. Тогда на расстоянии  $r$  от Солнца на единицу поверхности за секунду попадает  $L / 4\pi r^2$  лучистой энергии. Пусть  $s$  – площадь солнечных батарей. Тогда полная вырабатываемая ими мощность будет  $P = L / 4\pi r^2 s$ , где  $K$  – КПД солнечных батарей. Плутон находится на расстоянии в  $32 / 0,72 = 44$  раза дальше Венеры. Значит, площадь батарей должна быть

$$s_{pl} = s_v \cdot \frac{P_{pl}}{P_v} \cdot \left( \frac{r_{pl}}{r_v} \right)^2 = 5,7 \cdot \frac{200}{1100} \cdot 44^2 \approx 2000 \text{ (м}^2\text{)}$$

Это немногим более площади хоккейной площадки.

### Оценивание.

Максимальная оценка за эту задачу – 8 баллов. Для решения задачи нужно понимать, что освещённость, создаваемая Солнцем, падает обратно пропорционально квадрату расстояния до него. Без учёта этого оценка не может превышать трёх баллов. Правильное составление формулы оценивается в 6 баллов, вычисления – ещё в 2 балла.

**Задание 4.**

В некотором пункте звезда Вега ( $\alpha = 18^{\text{h}}37^{\text{m}}$ ,  $\delta = +38^{\circ}47'$ ) проходит точно через зенит. Какую звезду чаще можно видеть из этого пункта: Антарес ( $\alpha = 16^{\text{h}}29^{\text{m}}$ ,  $\delta = -26^{\circ}26'$ ) или Сириус ( $\alpha = 6^{\text{h}}45^{\text{m}}$ ,  $\delta = -6^{\circ}43'$ )? Ответ обоснуйте.

**Решение.**

Широта этого пункта  $38^{\circ}47'$  (северная). Поскольку Сириус на небесной сфере расположен севернее, чем Антарес (ближе к небесному экватору), то он проводит над горизонтом больше времени. Кроме того, Сириус – зимняя звезда, а Антарес – летняя, и наблюдать Сириус удаётся дольше ещё и потому, что зимой весь его суточный путь над горизонтом приходится на тёмное время суток.

**Оценивание.**

Максимальная оценка за эту задачу – 8 баллов. Если ответ дан без объяснения, то оценка не может превышать 2 балла.

**Задание 5.**

Астроном-любитель навёл телескоп на туманность и увидел её в виде едва заметно светящегося маленького пятнышка. Для того чтобы разглядеть его лучше, он вставил перед окуляром линзу Барлоу, которая в 3 раза увеличила эффективное фокусное расстояние его телескопа. Смог ли астроном-любитель лучше разглядеть туманность?

**Решение.**

Увеличение телескопа  $\Gamma$  вычисляется по формуле

$$\Gamma = \frac{F}{f},$$

где  $F$  – фокусное расстояние объектива,  $f$  – фокусное расстояние окуляра. С помощью линзы Барлоу фокусное расстояние и, соответственно, увеличение возросли втрое. При этом площадь изображения также стала больше. Количество света, попадающее в глаз наблюдателя, не увеличилось, но распределилось на большее число светочувствительных элементов, то есть на каждый элемент света стало приходить меньше. До установки линзы туманность была еле заметна, значит после установки она не будет видна вовсе.

**Оценивание.**

Максимальная оценка за эту задачу – 8 баллов. Если ответ дан без объяснения, то оценка не может превышать двух баллов.

**Задание 6.**

На фото показан трек Марса вблизи величайшего противостояния 2003 года. Наблюдалось ли в момент противостояния с Марса прохождение Земли по диску Солнца?

**Решение.**

Чтобы с Марса в момент противостояния наблюдалось прохождение Земли по диску Солнца, необходимо, чтобы Марс находился бы в плоскости эклиптики. Но в этом случае для земного наблюдателя трек Марса имел бы вид отрезка, а не петли. Следовательно, прохождения не наблюдалось.

**Оценивание.**

Максимальная оценка за эту задачу – 8 баллов. Если ответ дан без объяснения, то оценка не может превышать двух баллов. Ключевым фактором правильного решения является понимание того, что орбиты планет лежат в разных плоскостях, а петли в видимом движении планет возникают из-за того, что мы смотрим на участок орбиты немного сверху или снизу.