

**ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
ПО АСТРОНОМИИ 2014–2015 г.  
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП. 11 КЛАСС**

**Задание 1.**

Расположите объекты в порядке увеличения их линейных размеров:

- а. белый карлик
- б. коричневый карлик
- в. красный гигант
- г. красный карлик
- д. нейтронная звезда

**Решение.**

Правильный ответ: нейтронная звезда, белый карлик, коричневый карлик, красный карлик, красный гигант.

Нейтронная звезда имеет характерный размер 10–20 км, белый карлик ~10000 км (примерно с Землю). Оба этих объекта – остатки звёзд различной массы на конечном этапе их эволюции.

Коричневый карлик – это «недозвезда», объект, масса которого достаточна для прохождения термоядерных реакций синтеза в его недрах за счёт изначально существующего дейтерия, но недостаточна для синтеза гелия из водорода, как в нормальных звёздах. Размеры коричневых карликов сравнимы с размером Юпитера или немного больше.

Красные карлики – нормальные звёзды, размером уступающие Солнцу, но превосходящие коричневые карлики.

Красные гиганты – нормальные звёзды, размером в сотни радиусов Солнца.

**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.**

На каких планетах из земной группы (Меркурий, Венера, Земля, Марс) космонавт, находящийся на поверхности этих планет, смог бы наблюдать метеоры? Ответ обоснуйте.

**Решение.**

Можно увидеть метеор на Земле и Марсе. Метеор – это явление горения космического тела в атмосфере планеты. На Меркурии нет атмосферы, а на Венере настолько плотная атмосфера, что метеор просто не будет виден сквозь неё с поверхности планеты. На Марсе плотность атмосферы около 1/100 от

плотности атмосферы Земли, что соответствует высотам порядка 30 км. Метеоры на Земле загораются на высоте 80–100 км, поэтому на Марсе они могут наблюдаться, но практически у поверхности планеты.

### Оценивание.

Максимальная оценка за это задание – 8 баллов. За указание, что на Меркурии нельзя наблюдать метеоры, ставится 1 балл. За указание, что это явление нельзя наблюдать на Венере (при правильном объяснении) ставится 4 балла. За указание, что на Земле можно наблюдать метеоры, ставится 1 балл, за указание, что их можно наблюдать на Марсе, – 2 балла.

### Задание 3.

Орбита космического аппарата в перигелии касается орбиты Венеры, а в афелии – орбиты Марса. После сближения с одной из этих планет в результате активного гравитационного манёвра период обращения космического аппарата уменьшился в 2 раза.

Определите:

- 1) Сближение с какой планетой привело к уменьшению периода?
- 2) Каким будет новый период обращения?
- 3) Будет ли космический аппарат, двигаясь по новой орбите, пересекать орбиту Земли?

Радиус орбиты Венеры равен 0,72 а. е., Марса – 1,52 а. е.

### Решение.

Определим сначала новый период КА. Величина большой полуоси изначальной орбиты равна  $(0,72 + 1,52) / 2 = 1,12$  а. е. Из III закона Кеплера получаем, что период обращения по такой орбите составляет  $1,12^{3/2} = 1,18$  года. Тогда новый период КА равен 0,59 года. Большая полуось новой орбиты равна  $0,59^{2/3} = 0,70$  а. е.

Если КА затормозился около Марса, то его перигелий уменьшился. Минимально возможная орбита с афелием у Марса будет иметь большую полуось, равную  $1,52 / 2 = 0,76$  а. е. Это больше, чем большая полуось новой орбиты. Значит, КА затормозился у Венеры.

Видно, что большая полуось новой орбиты меньше радиуса орбиты Венеры. Значит, перигелий старой орбиты стал афелием новой. Новая орбита целиком лежит внутри орбиты Венеры, то есть КА не будет пересекать земную орбиту.

### Оценивание.

Максимальная оценка за это задание – 8 баллов. Определение большой полуоси изначальной орбиты оценивается в 1 балл. Вывод о том, что манёвр привёл к торможению, а не разгону, – 1 балл. Умение правильно применять III закон Кеплера добавляет 2 балла. Правильный вывод, что манёвр происходил около Венеры, оценивается в 2 балла. Еще 2 балла выставляется за вывод относительно пересечения земной орбиты. Ответы без доказательств оцениваются не более чем двумя баллами.

#### Задание 4.

Звёзды-цефеиды А и В имеют одинаковый период изменения блеска. Максимальный блеск цефеиды А – 4<sup>м</sup>, цефеиды В – 7<sup>м</sup>. Какая из этих звёзд дальше? Во сколько раз? Межзвёздным поглощением можно пренебречь.

#### Решение.

Известно такое свойство цефеид: цефеиды с одинаковым периодом изменения блеска имеют одинаковую светимость. Различие в наблюдаемом с Земли блеске обусловлено только расстоянием. Цефеида А ярче цефеиды В на 3 звёздные величины, то есть световой поток от неё интенсивней в  $2,512^3 \approx 16$  раз. Следовательно, цефеида А в 4 раза ближе, чем цефеида В.

#### Оценивание.

Максимальная оценка за это задание – 8 баллов. Знание о существовании зависимости «период – светимость» у цефеид, а также правильный вывод из этого оцениваются в 4 балла. Вычисления отношения расстояний оцениваются также в 4 балла. Из них 2 балла – за определение отношения освещённостей, создаваемых цефеидами, и 2 балла – за учёт того, что освещённость падает обратно пропорционально квадрату расстояния до источника.

#### 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.