

**Муниципальный этап  
всероссийской олимпиады школьников  
по астрономии  
2019/20 учебный год  
10 класс**

**Задание № 1**

**Условие:** Можно ли в Новосибирске наблюдать покрытие Полярной звезды Луной? Почему?

**Решение:** Нет, нельзя. Луна может закрывать только те звезды, которые находятся в плоскости орбиты Луны, которая почти совпадает с плоскостью орбиты Земли (т. е. с плоскостью эклиптики). Таким образом, Луна не может отходить далеко от зодиакальных созвездий. А так как Полярная звезда находится далеко от эклиптики, Луна никогда не сможет ее закрыть.

**Критерии оценивания**

0 баллов — решение отсутствует, абсолютно некорректно, или в нем допущена грубая астрономическая или физическая ошибка;

1 балл — правильно угадан бинарный ответ («да-нет») без обоснования;

1–2 балла — попытка решения не принесла существенных продвижений, однако приведены содержательные астрономические или физические соображения, которые можно использовать при решении данного задания;

2–3 балла — правильно угадан сложный ответ без обоснования или с неверным обоснованием;

3–6 баллов — задание частично решено;

5–7 баллов — задание решено полностью с некоторыми недочетами;

8 баллов — задание решено полностью.

**Максимум за задачу 8 баллов.**

**Задание № 2**

**Условие:** Какая планета проходит большее расстояние по орбите за 1 год – Марс или Юпитер? Орбиты считать круговыми. Обоснуйте свой ответ.

**Решение:** По III закону Кеплера ( $T^2/a^3 = \text{const}$ ). Скорость планеты равна  $V = 2\pi a/T = 2\pi a / (\text{const} \cdot a^3)^{1/2} = 2\pi / (\text{const} \cdot a)^{1/2}$

Значит, чем больше значение большой полуоси планеты (радиуса орбиты планеты), тем меньше должна быть скорость планеты. Таким образом, чем дальше планета от Солнца, тем меньшее расстояние она проходит за единицу времени. Т. е. Марс пройдет большее расстояние за 1 год, чем Юпитер.

**Примечание:** альтернативные способы нахождения зависимости скорости от радиуса орбиты (через обобщенный III закон Кеплера, решение задачи о равномерном движении по окружности, первую космическую скорость и т.п.) при отсутствии ошибок также оцениваются полным баллом.

**Критерии оценивания**

0 баллов — решение отсутствует, абсолютно некорректно, или в нем допущена грубая астрономическая или физическая ошибка;

1 балл — правильно угадан бинарный ответ («да-нет») без обоснования;

1–2 балла — попытка решения не принесла существенных продвижений, однако приведены содержательные астрономические или физические соображения, которые можно использовать при решении данного задания;

2–3 балла — правильно угадан сложный ответ без обоснования или с неверным обоснованием;

3–6 баллов — задание частично решено;

5–7 баллов — задание решено полностью с некоторыми недочетами;

8 баллов — задание решено полностью.

**Максимум за задачу 8 баллов.**

**Задание № 3**

**Условие:** Спутник Нептуна Тритон имеет радиус орбиты, равный радиусу орбиты Луны вокруг Земли, но делает один оборот вокруг Нептуна за 6 суток. Во сколько раз отличаются массы Нептуна и масса Земли? Какая из них больше?

**Решение:** Из закона всемирного тяготения и второго закона Ньютона следует, что центростремительное ускорение при движении по круговой орбите радиуса  $R$  вокруг тела массы  $M$  равно  $a = GM/R^2$ . С другой стороны, оно равно  $a = v^2/R$ , где  $v$  — орбитальная скорость. Отсюда следует, что, если радиусы орбит одинаковы, масса  $M$  пропорциональна  $v^2$ . Луна делает оборот по своей орбите примерно за месяц. Так как длины орбит одинаковы, то орбитальная скорость Тритона примерно в 5 раз больше, чем орбитальная скорость Луны. Следовательно, масса Нептуна в  $5^2 = 25$  раз больше массы Земли.

**Примечание:** альтернативные способы решения (через III закон Кеплера, первую космическую скорость и т. п.) при отсутствии ошибок также оцениваются полным баллом.

**Критерии оценивания**

0 баллов — решение отсутствует, абсолютно некорректно, или в нем допущена грубая астрономическая или физическая ошибка;

1 балл — правильно угадан бинарный ответ («да-нет») без обоснования;

1–2 балла — попытка решения не принесла существенных продвижений, однако приведены содержательные астрономические или физические соображения, которые можно использовать при решении данного задания;

2–3 балла — правильно угадан сложный ответ без обоснования или с неверным обоснованием;

3–6 баллов — задание частично решено;

5–7 баллов — задание решено полностью с некоторыми недочетами;

8 баллов — задание решено полностью.

### **Максимум за задачу 8 баллов.**

#### **Задание № 4**

**Условие:** На какой высоте и над какими точками над поверхностью Земли летают геостационарные спутники? Напомним, что геостационарный спутник постоянно «висит» над какой-то одной точкой земной поверхности.

*Справочные данные:* радиус орбиты Луны - 384 тыс. км, период обращения Луны вокруг Земли - 27.3 сут.

**Решение:** Спутник, плоскость орбиты которого не совпадает с плоскостью экватора, не может постоянно находиться над одной и той же точкой земной поверхности. Следовательно, все геостационарные спутники находятся над экватором, при этом период обращения такого спутника вокруг Земли должен совпадать с периодом обращения Земли вокруг своей оси (т. е. равняться примерно 24 часам).

По III закону Кеплера:

$$(T_{\text{Л}} / T_{\text{З}})^2 = (a_{\text{Л}} / a_{\text{З}})^3$$

$$a_{\text{З}} = a_{\text{Л}} \cdot (T_{\text{З}} / T_{\text{Л}})^{2/3} = 384 \cdot 10^3 \cdot (1 / 27.3)^{2/3} = 42.4 \cdot 10^3 \text{ км}$$

Высота спутника над поверхностью Земли равна разности радиуса орбиты спутника и радиуса Земли, т. е.  $42.4 - 6.4 = 36$  тыс. км.

*Примечание:* альтернативные способы нахождения радиуса орбиты спутника (через обобщенный III закон Кеплера, решение задачи о равномерном движении по окружности и т.п.) при отсутствии ошибок также оцениваются полным баллом.

#### **Критерии оценивания**

0 баллов — решение отсутствует, абсолютно некорректно, или в нем допущена грубая астрономическая или физическая ошибка;

1–2 балла — попытка решения не принесла существенных продвижений, однако приведены содержательные астрономические или физические соображения, которые можно использовать при решении данного задания;

2–3 балла — правильно угадан сложный ответ без обоснования или с неверным обоснованием;

3–6 баллов — задание частично решено;

5–7 баллов — задание решено полностью с некоторыми недочетами;

8 баллов — задание решено полностью.

**Максимум за задачу 8 баллов.**

### **Задание № 5**

**Условие:** Телескоп имеет диаметр объектива 20 см. Имеет ли смысл проводить с ним визуальные наблюдения с увеличением 15х? 30х?

**Решение:** Равнозрачковое увеличение для этого телескопа равно  $M=D/d\sim 25$ . Здесь  $D$  - диаметр объектива телескопа, а  $d$  - диаметр зрачка глаза, который мы берем равным 8 мм. Если увеличение меньше равнозрачкового, часть света, собранного объективом, не будет попадать в глаз наблюдателя. Поэтому увеличение 15х использовать бессмысленно. А вот увеличение 30х чуть больше равнозрачкового, и с ним хорошо проводить наблюдения объектов далекого космоса (звездных скоплений, туманностей, галактик).

### **Критерии оценивания**

0 баллов — решение отсутствует, абсолютно некорректно, или в нем допущена грубая астрономическая или физическая ошибка;

1 балл — правильно угадан бинарный ответ («да-нет») без обоснования;

1–2 балла — попытка решения не принесла существенных продвижений, однако приведены содержательные астрономические или физические соображения, которые можно использовать при решении данного задания;

2–3 балла — правильно угадан сложный ответ без обоснования или с неверным обоснованием;

3–6 баллов — задание частично решено;

5–7 баллов — задание решено полностью с некоторыми недочетами;

8 баллов — задание решено полностью.

**Максимум за задачу 8 баллов.**

### **Задание № 6**

**Условие:** С поверхности какой планеты Солнечной системы Земля будет выглядеть ярче всего? Почему?

**Решение:** Очевидно, это должна быть какая-то из близких к Земле планет – планета земной группы. При наблюдении с Марса Земля является внутренней планетой и в момент сближения с Марсом повернута к нему ночной стороной. Земля могла бы быть очень яркой при наблюдении с поверхности Венеры, но эта планета окутана плотным слоем облаков, никакие небесные светила с её поверхности не видны. В итоге ярче всего Земля может выглядеть с поверхности Меркурия.

**Критерии оценивания**

0 баллов — решение отсутствует, абсолютно некорректно, или в нем допущена грубая астрономическая или физическая ошибка;

1–2 балла — попытка решения не принесла существенных продвижений, однако приведены содержательные астрономические или физические соображения, которые можно использовать при решении данного задания;

2–3 балла — правильно угадан сложный ответ без обоснования или с неверным обоснованием;

3–6 баллов — задание частично решено;

5–7 баллов — задание решено полностью с некоторыми недочетами;

8 баллов — задание решено полностью.

**Максимум за задачу 8 баллов.**

**Всего за работу 48 баллов**