

**Муниципальный этап  
всероссийской олимпиады школьников  
по астрономии  
2020/21 учебный год  
9 класс**

**Задание № 1**

Определите орбитальную скорость и период обращения искусственных спутников Земли, движущихся вокруг нее по круговым орбитам на расстоянии половины и двух радиусов от поверхности.

**Решение**

Орбитальная скорость и период обращения спутника связаны с его высотой над земной поверхностью  $h$  формулами:

$$v = \sqrt{\frac{GM}{R+h}} \quad (1)$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{(R+h)^3}{GM}} \quad (2)$$

Здесь  $M$  и  $R$  – масса и радиус Земли. Подставляя значения  $h$ , равные  $R/2$  и  $2R$ , получаем величины скорости и периода  $6,46$  км/с и  $2$ ч  $35$  мин для первого случая и  $4,57$  км/с и  $7$  ч  $18$  мин для второго случая.

**Критерии оценивания**

Правильно записана формула (1).....	2 балла
Правильно записана формула (2).....	2 балла
Правильно вычислены орбитальные скорости.....	2 балла
Правильно вычислены периоды обращения.....	2 балла
Если ответ представлен не корректно (более <i>60 мин</i> ) – минус 1 балл	

**Максимум за задачу 8 баллов.**

**Задание № 2**

Почему радиоастрономы могут проводить наблюдения днём, а астрономы-оптики обычно вынуждены наблюдать ночью?

**Решение**

Астрономам, работающим в оптическом диапазоне спектра, днем мешает яркий фон неба, образованный рассеянием лучей Солнца в атмосфере Земли. Радиоволны рассеиваются значительно слабее, и днем можно проводить астрономические наблюдения в радиодиапазоне.

### Критерии оценивания

Решение отсутствует, абсолютно некорректно, или в нём допущена грубая астрономическая или физическая ошибка.....	0 баллов
Попытка решения не принесла существенных продвижений, однако приведены содержательные астрономические или физические соображения, которые можно использовать при решении данного задания.....	1 балл
Правильно угадан ответ без обоснования .....	2 балла
Правильно угадан ответ с неверным обоснованием.....	3 балла
Задание решено полностью с некоторыми недочетами.....	6 баллов
Задание решено полностью.....	8 баллов

**Максимум за задачу 8 баллов.**

### Задание № 3

Массивное шаровое скопление имеет радиус  $60$  пк и состоит из  $60$  миллионов звезд, похожих на Солнце. Одна из звезд движется на краю скопления со скоростью  $60$  км/с. Покинет ли эта звезда скопление?

### Решение

Выражая радиус  $R$  и массу  $M$  шарового скопления в системных единицах, получим соответственно  $1,8 \cdot 10^{18}$  м и  $1,2 \cdot 10^{38}$  кг.

Для объекта, находящегося на краю этого сферически-симметричного скопления, вторая космическая скорость составит

$$v = \sqrt{\frac{2GM}{R}} = 9,4 \cdot 10^4 \text{ м/с}$$

или  $94$  км/с.

Звезда со скоростью  $60$  км/с не сможет покинуть шаровое скопление.

### Критерии оценивания

Попытка решения не принесла существенных продвижений, однако приведены содержательные астрономические или физические соображения, которые можно использовать при решении данного задания.....	1 балл
Правильно угадан ответ без обоснования.....	2 балла
Правильно угадан ответ с неверным обоснованием.....	3 балла
Задание решено частично.....	4 балла
Задание решено полностью с некоторыми недочетами.....	6 баллов
Задание решено полностью.....	8 баллов

**Максимум за задачу 8 баллов.**

### Задание № 4

Оцените безопасную скорость движения управляемого с Земли марсохода, оснащенного телекамерой, которая «видит» только на 10 метров впереди себя.

#### Решение

Расстояние между Землей и Марсом может быть от 0,4 а.е. в великих противостояниях до 2,6 а.е. в соединении. Примем, что Марс находится на расстоянии в 2 а.е. Тогда время распространения радиосигнала от Марса к Земле и обратно составляет 2000 секунд или 33 минуты. За это время марсоход должен пройти не более 10 метров, то есть его безопасная скорость составляет 30 сантиметров в минуту. Во время великих противостояний марсоход может двигаться в пять раз быстрее, со скоростью 1,5 метра в минуту.

#### Критерии оценивания

Попытка решения не принесла существенных продвижений, однако приведены содержательные астрономические или физические соображения, которые можно использовать

при решении данного задания..... 1 балл

Правильно угадан ответ без обоснования..... 2 балла

Правильно угадан ответ с неверным обоснованием..... 3 балла

Задание решено частично..... 4 балла

Задание решено полностью с некоторыми недочетами..... 6 баллов

Задание решено полностью с вычислениями..... 8 баллов

**Максимум за задачу 8 баллов.**

### Задание № 5

Чем объяснить, что южная ночь наступает очень быстро, тогда как в северных широтах после захода Солнца еще долго делятся сумерки?

#### Решение



В южных широтах суточный путь Солнца образует большой угол с горизонтом, и оно быстро уходит на большую глубину, сокращая продолжительность сумерек.

### Критерии оценивания

Попытка решения не принесла существенных продвижений, однако приведены содержательные астрономические или физические соображения, которые можно использовать при решении данного задания.....1 балл  
Правильно угадан ответ без обоснования.....2 балла  
Правильно угадан ответ с неверным обоснованием..... 3 балла  
Задание решено частично.....4 балла  
Задание решено полностью с некоторыми недочетами.....6 баллов  
Задание решено полностью.....8 баллов

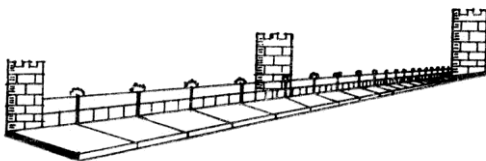
**Максимум за задачу 8 баллов.**

### Задание № 6

Почему Луна, когда мы ее видим близ горизонта, кажется особенно большой?

### Решение

Приведённый здесь рисунок показывает, как по мере перемещения любого предмета к горизонту уменьшаются его угловые размеры. Если же какой-то предмет на рисунке перемещать к горизонту и при этом сохранить неизменными его размеры, то создается впечатление, что этот предмет становится все больше.



То же самое происходит с Луной, когда мы видим ее на горизонте. Так как расстояние до Луны (примерно 384 тысячи километров) огромно по сравнению с расстоянием до линии горизонта на Земле (с высоты роста человека — это всего лишь несколько километров), то Луна всегда видна под одним и тем же углом —  $0,5^\circ$ . Мы же ожидаем, что, как и у других объектов, при приближении к горизонту ее размеры должны уменьшаться. А так как этого не происходит, то создается впечатление, что Луна становится больше.

Кроме того, кажущееся увеличение видимых размеров Луны (Солнца) у горизонта связывается с кажущейся сплюснутостью небесного свода (это

тоже обусловлено нашим восприятием). Мы представляем себе, что низкая Луна находится дальше от нас, чем высокая, а поскольку ее угловой диаметр остается неизменным, то мы бессознательно приписываем ей большую величину.

В результате таких оптических иллюзий низкая Луна кажется нам в 2,5 — 3 раза больше, чем когда она расположена высоко на небе.

### **Критерии оценивания**

Попытка решения не принесла существенных продвижений, однако приведены содержательные астрономические или физические соображения, которые можно использовать при решении данного задания.....	1 балл
Правильно угадан ответ без обоснования.....	2 балла
Правильно угадан ответ с неверным обоснованием.....	3 балла
Задание решено частично.....	4 балла
Задание решено полностью с некоторыми недочетами.....	6 баллов
Задание решено полностью.....	8 баллов

**Максимум за задачу 8 баллов.**

**Всего за работу 48 баллов**