

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
ПО АСТРОНОМИИ. 2021–2022 уч. г.  
ШКОЛЬНЫЙ ЭТАП. 10–11 классы

**Задание № 1**

Расположите химические элементы в порядке убывания массовой доли их содержания в Солнце.

**Варианты ответов:**

водород	1 (больше)
кремний	2
никель	3
гелий	4 (меньше)

**Правильный ответ:**

водород – 1 (больше)

гелий – 2

кремний – 3

никель – 4 (меньше)

**1 балл.**

**Задание № 2**

Выберите из предложенных все объекты, в составе которых менее 3 % гелия по массе.

**Варианты ответов:**

Сатурн

Ганимед

Юпитер

Солнце

Арктур

Земля

**Правильный ответ:**

Ганимед

Земля

**2 балла.**

### Задание № 3

Установите соответствие между планетами и конфигурациями, в которых они могут пребывать, для наблюдателя, находящегося вблизи Сатурна.

**Варианты ответов:**

Юпитер Марс Меркурий Нептун Венера	нижнее соединение западная квадратура
--	--

**Правильный ответ:**

Марс – нижнее соединение  
Меркурий – нижнее соединение  
Венера – нижнее соединение  
Юпитер – нижнее соединение  
Нептун – западная квадратура

**2 балла.**

**Ответ «Юпитер, Марс, Нептун – западная квадратура, Меркурий, Венера – нижнее соединение» оценивается 1 баллом.**

### Задание № 4

Как называется объект, расположенный выше и правее центра фотографии?



**Варианты ответов:**

Альфа Центавра  
Плеяды  
Марс  
Венера  
Галактика Андромеды  
Комета Галлея

**Правильный ответ:**

Плеяды (1 балл)

**Задание № 5**

Выберите наибольшую из перечисленных скоростей.

**Варианты ответов:**

первая космическая скорость у поверхности Земли  
вторая космическая скорость у поверхности Земли  
первая космическая скорость на уровне фотосферы Солнца  
вторая космическая скорость на условной границе атмосферы Юпитера

**Правильный ответ:**

первая космическая скорость на уровне фотосферы Солнца (2 балла)

**Задание № 6**

Соотнесите объекты и характерные расстояния от Земли до них.

**Варианты ответов:**

Солнце	1.3 парсека
Альфа Центавра	≈780 килопарсеков
Крабовидная туманность	2 килопарсека
Галактика Андромеды	1 астрономическая единица

**Правильный ответ:**

Солнце – 1 астрономическая единица  
Альфа Центавра – 1.3 парсека  
Крабовидная туманность – 2 килопарсека  
Галактика Андромеды – ≈780 килопарсеков

**По 0,5 балла за каждую верную пару; максимум 2 балла.**

**Комментарий:**

Не надо знать точные значения, достаточно суметь сравнить их между собой.

**Задание № 7**

Начинающий астроном Вася заинтересовался влиянием атмосферы на наблюдения. Какие из собранных Васей фактов действительно верны?



**Варианты ответов:**

Вследствие преломления света в атмосфере звёзды кажутся выше над горизонтом, чем их действительное положение.

Земная атмосфера лучше рассеивает свет в красной области оптического диапазона, поэтому небо выглядит синим.

Земная атмосфера остаётся довольно плотной до больших высот, поэтому космические спутники не могут летать на высоте менее 4000 км от земной поверхности.

Из-за наличия земной атмосферы даже в момент полного лунного затмения Луна остаётся видимой.

**Правильные ответы:**

Вследствие преломления света в атмосфере звёзды кажутся выше над горизонтом, чем их действительное положение.

Из-за наличия земной атмосферы даже в момент полного лунного затмения Луна остаётся видимой.

**0.25 балла за каждые правильно выбранный и правильно невыбранный пункт. Штраф за каждую ошибку – 0,25 балла. Максимум 1 балл.**

***Комментарий:***

Рефракция – преломление света в земной атмосфере – приводит к кажущемуся увеличению угловой высоты объектов. Атмосфера Земли лучше рассеивает лучи синего цвета – этот рассеянный свет придаёт небу голубую окраску. Спутники могут двигаться по орбитам с высотой уже около 200 километров, поэтому оценка в условии завышена. При лунном затмении Луна всё же видна, при этом преломлённые земной атмосферой лучи красной области спектра придают Луне красноватый цвет.

**Задание № 8**

В некоторый момент времени Юпитер при наблюдении с Сатурна оказался на максимальном угловом расстоянии от Солнца. Определите расстояние между планетами в этот момент в астрономических единицах. Орбиты планет считайте круговыми; радиус орбиты Юпитера 5,2 а. е., Сатурна – 9,5 а. е.

**Правильный ответ:**

[7.8; 8.1] (3 балла)

***Комментарий:***

В описанной ситуации угол Солнце–Юпитер–Сатурн – прямой (луч Сатурн–Юпитер касается орбиты последнего).

**Задание № 9**

Спутник запустили на круговую орбиту в плоскости земного экватора. Двигателей у спутника нет, и после выхода на круговую орбиту он движется исключительно под действием земного притяжения. Скорость движения спутника в 2 раза меньше первой космической скорости на поверхности Земли. На какой высоте над поверхностью Земли (в километрах) движется спутник? Радиус Земли 6371 км.

*Подсказка:* величина круговой скорости обратно пропорциональна корню из геоцентрического расстояния.

**Правильный ответ:**

[18200; 20000] (3 балла)

**Частично правильный ответ:**

[24500; 26500] (2 балла)

**Комментарий:**

Скорость спутника равна круговой (первой космической) скорости на расстоянии от центра Земли, равном радиусу орбиты спутника. Поскольку она меньше первой космической на поверхности Земли в 2 раза, геоцентрическое расстояние спутника больше радиуса Земли в 4 раза. Следовательно, высота орбиты спутника составляет 3 земных радиуса или 19113 км.

**Задание № 10**

Определите, чему равна мощность (в ваттах) излучения Солнца, падающего на квадратный метр поверхности Меркурия вблизи экватора, когда Солнце находится в зените. Считайте, что в рассматриваемый момент Меркурий находится на расстоянии 0,4 астрономических единицы от Солнца. Плотность потока солнечной энергии на орбите Земли составляет  $1400 \text{ Вт/м}^2$ .

**Правильный ответ:**

8750 (3 балла)

**Комментарий:**

Плотность потока энергии обратно пропорциональна квадрату расстояния до источника. Следовательно, эта величина для Меркурия больше земной в  $1/0,4^2 = 6,25$  раз.

**Максимум 20 баллов.**