

Разбор заданий школьного этапа ВсОШ по астрономии для 10 класса

(группа №1)

2021/22 учебный год

Максимальное количество баллов — 20

Задание № 1

Условие:

Расположите объекты в порядке убывания их среднего расстояния до Солнца.

Варианты для сопоставления:

Земля	1
Юпитер	2
Харон	3
Титан	4
Нептун	5 (ближайшая)

Ответ:

Земля – 5 (ближайший)

Юпитер – 4

Харон – 1

Титан – 3

Нептун – 2

Точное совпадение ответа — 2 балла

Решение.

Титан — спутник Сатурна, Харон — спутник Плутона.

Задание № 2.1

Условие:

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

Варианты ответов:

- Уран
- Ио
- Юпитер
- Солнце
- Арктур

Ответ:

- Ио

Точное совпадение ответа — 1 балла

Решение.

Ио — спутник Юпитера, «каменное» небесное тело.

Задание № 2.2

Условие:

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

Варианты ответов:

- Уран
- Ганимед
- Юпитер
- Солнце
- Капелла

Ответ:

- Ганимед

Точное совпадение ответа — 1 балла

Решение.

Ганимед — спутник Юпитера, «каменное» небесное тело.

Задание № 3.1

Условие:

Установите соответствие между планетами и конфигурациями, в которых они могут пребывать относительно Юпитера.

Варианты для сопоставления:

Сатурн

Марс

Меркурий

Нептун

Венера

Нижнее соединение

Западная квадратура

Ответ:

Марс – нижнее соединение

Меркурий – нижнее соединение

Венера – нижнее соединение

Сатурн – западная квадратура

Нептун – западная квадратура

Точное совпадение ответа — 2 балла

Решение.

По отношению к Юпитеру из перечисленных планет Сатурн и Нептун — внешние, остальные — внутренние. Только внутренняя планета может наблюдаться в нижнем соединении. Только внешняя планета — в квадратуре.

Задание № 3.2

Условие:

Установите соответствие между планетами и конфигурациями, в которых они могут пребывать относительно Марса.

Варианты для сопоставления:

Сатурн

Юпитер

Меркурий

Нептун

Венера

Нижнее соединение

Западная квадратура

Ответ:

Меркурий – нижнее соединение

Венера – нижнее соединение

Юпитер – западная квадратура

Сатурн – западная квадратура

Нептун – западная квадратура

Точное совпадение ответа — 2 балла

Решение.

По отношению к Марсу из перечисленных планет Юпитер, Сатурн и Нептун — внешние, остальные — внутренние. Только внутренняя планета может наблюдаться в нижнем соединении. Только внешняя планета — в квадратуре.

Задание № 4

Условие:

Как называется объект, указанный на фотографии стрелкой?



Варианты ответов:

- Альфа Центавра
- Плеяды
- Марс
- Галактика Сомбреро

Ответ:

- Плеяды

Точное совпадение ответа — 1 балла

Решение.

Плеяды — рассеянное звёздное скопление.

Задание № 5

Условие:

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

Ответ:

- Первая космическая скорость на уровне фотосферы Солнца

Точное совпадение ответа — 2 балла

Решение.

Ответ нетрудно получить, произведя сравнение порядков величин. Первая и вторая космические скорости по порядку сравнимы (вторая больше первой в $\sqrt{2}$ раз). Заметим, что квадрат космической скорости в $\sqrt{2}$ раз, Заметим, что квадрат космической скорости $v^2 \propto \frac{M}{R}$, где M — масса светила, а R — радиус. То же самое можно записать через R и среднюю плотность ρ : $v^2 \propto \frac{M}{R} \propto \frac{\rho R^3}{R} = \rho R^2$. Плотности Солнца, Юпитера и Земли сопоставимы (от 1.3 г/см³ для Юпитера до 5.5 г/см³ для Земли), а вот радиусы в парах Земля–Юпитер и Юпитер–Солнце различаются на порядок (6.4 и 70, 70 и 700 тыс. км). Основным фактором для сравнения оказывается именно радиус: чем он больше, тем больше соответствующая космическая скорость.

Задание № 6.1

Условие:

Соотнесите объекты и характерные расстояния от Земли до них.

Варианты для сопоставления:

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

Ответ:

Солнце – 1 астрономическая единица

Альфа Центавра – 1.3 парсека

Крабовидная туманность – 2 килопарсека

Галактика Андромеды – ~780 килопарсеков

Каждое верное соответствие — 0.5 балла

Максимальный балл за задание — 2

Решение.

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

Задание № 6.2

Условие:

Соотнесите объекты и характерные расстояния от Земли до них:

Варианты для сопоставления:

Солнце	2.6 парсека
Сириус	~780 килопарсеков
Туманность Кольцо	700 парсеков
Галактика Андромеды	1 астрономическая единица

Ответ:

Солнце – 1 астрономическая единица

Сириус – 2.6 парсека

Туманность Кольцо – 700 парсеков

Галактика Андромеды – ~780 килопарсеков

Каждое верное соответствие — 0.5 балла

Максимальный балл за задание — 2

Решение. Аналогично решению Задания 6.1

Задание № 7

Условие:

В каком диапазоне электромагнитного излучения проводят наблюдения на данном телескопе?



Варианты ответов:

- Ультрафиолетовое излучение
- Видимое излучение
- Инфракрасное излучение
- Радиоизлучение

Ответ:

- Радиоизлучение

Точное совпадение ответа — 1 балл

Решение.

Это участок российского радиотелескопа «РАТАН-600». Нетрудно заметить, что в оптическом диапазоне поверхность выглядит далеко не зеркальной.

Задание № 8

Условие:

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, округлите до десятых.

Орбиты планет считайте круговыми; радиус орбиты Юпитера 5.2 а. е., Сатурна — 9.5 а. е.

Ответ: правильный ответ принимается в диапазоне [7,8; 8,1]

Точное совпадение ответа — 3 балла

Решение.

В описанной ситуации угол Солнце–Юпитер–Сатурн прямой (луч Сатурн–Юпитер касается орбиты последнего). По теореме Пифагора искомое расстояние есть $\sqrt{9.5^2 - 5.2^2} = 7.95$ а. е.

Задание № 9.1

Условие:

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.

Ответ: принимается в диапазоне [18200; 20000]

Точное совпадение ответа — 3 балла

Решение.

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 № 9.2

Условие:

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 3 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.

Ответ: принимается в диапазоне [48500; 53300]

Точное совпадение ответа — 3 балла

Решение.

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 3 раза, геоцентрическое расстояние спутника больше радиуса Земли в 9 раз. Следовательно, высота орбиты спутника составляет 8 земных радиусов или около **51 тыс. км.**

Задание № 10

Условие:

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 Вт/м^2 .

Ответ: 8750

Точное совпадение ответа — 3 балла

Решение.

Плотность потока энергии обратно пропорциональна квадрату расстояния до источника.

Следовательно, эта величина для Меркурия больше земной в $\frac{1}{0,4^2} = 6,25$ раз.