

Разбор заданий школьного этапа ВсОШ по астрономии для 11 класса

(группа № 3)

2021/22 учебный год

Максимальное количество баллов — 20

Задание № 1.1

Условие:

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

Варианты ответов:

Водород	1
Углерод	2
Кремний	3
Железо	4

Правильный ответ: Железо – 1; Кремний – 2; Углерод – 3; Водород – 4.

Точное совпадение ответа — 1 балла

Решение.

Общий тренд: чем тяжелее элемент, тем его меньше.

Задание № 1.2

Условие:

Расположите химические элементы в порядке увеличения их массовой доли содержания в Солнце:

Варианты ответов:

Гелий	1
Кислород	2
Магний	3
Никель	4

Правильный ответ: Никель – 1; Магний – 2; Кислород – 3; Гелий – 4.

Точное совпадение ответа — 1 балла

Решение. Аналогично решению Задания 1.1

Задание № 2

Условие:

Астероид обращается вокруг Солнца в плоскости эклиптики, может приближаться к Солнцу ближе чем на 1 астрономическую единицу и удаляться от Солнца более чем на 3 астрономические единицы. Выберите все верные утверждения:

Варианты ответов:

- a) Отношение гелиоцентрических расстояний астероида в афелии и перигелии превышает 2.0
- b) Астероид не может пересечь орбиту Марса.
- c) Период обращения астероида — не менее 2.8 лет
- d) Астероид является троянским астероидом Юпитера.

Правильный ответ:

- a) Отношение гелиоцентрических расстояний астероида в афелии и перигелии превышает 2.0.

Каждый верный ответ — 0.75 балла, штраф за каждый неверный ответ — 0.75 балла

Максимальный балл за задание — 3, не меньше 0 баллов за задание.

Примечание:

Выбор (или невыбор) варианта «Период обращения астероида — не менее 2.8 лет» не влияет на оценивание задания. Полный балл выставляется, если ответ участника соответствует набору:

- «а»

ИЛИ

- «а» и «с»

Решение.

Сначала уберем очевидно неверные утверждения. Если орбита астероида лежит в плоскости орбиты Марса, то астероид может пересечь орбиту Марса: его перигелийное расстояние меньше, чем радиус орбиты Земли, а афелийное заведомо больше афелийного расстояния Марса (перигелийное расстояние Марса составляет 1.38 а. е., афелийное расстояние — 1.66 а. е.). Также астероид не может быть троянским астероидом Юпитера, поскольку такой

астероид должен находиться на том же расстоянии, что и сам Юпитер, что невозможно в условиях задачи.

Отношение максимального и минимального гелиоцентрических расстояний явно превосходит 3.0. При этом большая полуось орбиты точно не меньше $3.0/2 = 1.5$ а. е., что по третьему закону Кеплера соответствует орбитальному периоду не меньше $1.5^{3/2} \approx 1.8$ лет. Следовательно, тело может иметь период и меньше 2.8 лет.

Задание № 3

Условие:

Начинающий астроном Вася изучает историю астрономии. В его тетради отмечено несколько событий. Расставьте их в хронологическом порядке.

Варианты ответов:

Космический полёт Юрия Гагарина	1
Наблюдение гравитационных волн	2
Составление первого звёздного каталога	3
Запуск космического телескопа Gaia	4

Правильный ответ:

Космический полёт Юрия Гагарина – 2;
Наблюдение гравитационных волн – 4;
Составление первого звёздного каталога – 1;
Запуск космического телескопа Gaia – 3.

Точное совпадение ответа — 2 балла

Решение.

Космический полёт Юрия Гагарина состоялся в 1961 году. Гравитационные волны впервые успешно наблюдались в 2015–2016 годах. Первый звёздный каталог составили ещё до начала нашей эры. Космический телескоп Gaia был запущен в 2013 году.

Задание № 4

Условие:

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.

Правильный ответ:

- 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.

Точное совпадение ответа — 2, штраф за неверный ответ 0.5 балла

Решение.

Рефракция — преломление света в земной атмосфере — приводит к кажущемуся увеличению угловой высоты объектов. Атмосфера Земли лучше рассеивает лучи синего цвета — этот рассеянный свет придает 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 преломившиеся земной атмосферой лучи красной области спектра придают Луне красноватый цвет.

Задание № 5.1

Условие:

Сколько лампочек мощностью в 60 Вт можно питать, имея одну солнечную батарею с коэффициентом полезного действия 24 % и площадью 1.5 м²? Солнечную постоянную считайте равной 1400 Вт/м². Потерями в электрической цепи пренебрегите.

Правильный ответ: 8

Точное совпадение ответа — 2 балла

Оценивается также частично верный ответ: 8.4

За частично верный ответ — 1 балл

Решение.

Батарея вырабатывает электрическую мощность $1400 \times 1.5 \times 0.24 = 504$ Вт. Этого хватит на 8.4 лампочек. Питатель нецелое число лампочек невозможно, итоговый ответ — 8.

Задание № 5.2

Условие:

Сколько лампочек мощностью в 70 Вт можно питать, имея одну солнечную батарею с коэффициентом полезного действия 21 % и площадью 2.5 м²? Солнечную постоянную считайте равной 1400 Вт/м². Потерями в электрической цепи пренебрегите.

Правильный ответ: 10

Точное совпадение ответа — 2 балла

Оценивается также частично верный ответ: 10.5

За частично верный ответ — 1 балл

Решение.

Батарея вырабатывает электрическую мощность $1400 \times 2.5 \times 0.21 = 735$ Вт. Этого хватит на 10.5 лампочек. Питая нецелое число лампочек невозможно, итоговый ответ — 10.

Задание № 5.3

Условие:

Сколько лампочек мощностью в 120 Вт можно питать, имея одну солнечную батарею с коэффициентом полезного действия 15 % и площадью 3.2 м²? Солнечную постоянную считайте равной 1400 Вт/м². Потерями в электрической цепи пренебрегите.

Правильный ответ: 5

Точное совпадение ответа — 2 балла

Оценивается также частично верный ответ: 5.6

За частично верный ответ — 1 балл

Решение.

Батарея вырабатывает электрическую мощность $1400 \times 3.2 \times 0.15 = 672$ Вт. Этого хватит на 5.6 лампочки. Питатель нецелое число лампочек невозможно, итоговый ответ — 5.

Задание № 6

Условие:

На какой высоте кульминирует точка летнего солнцестояния на параллели 56° с. ш.?

Варианты ответов:

- 0°
- 32.5°
- 57.5°
- 90°

Правильный ответ:

- 57.5°

Точное совпадение ответа — 1 балла

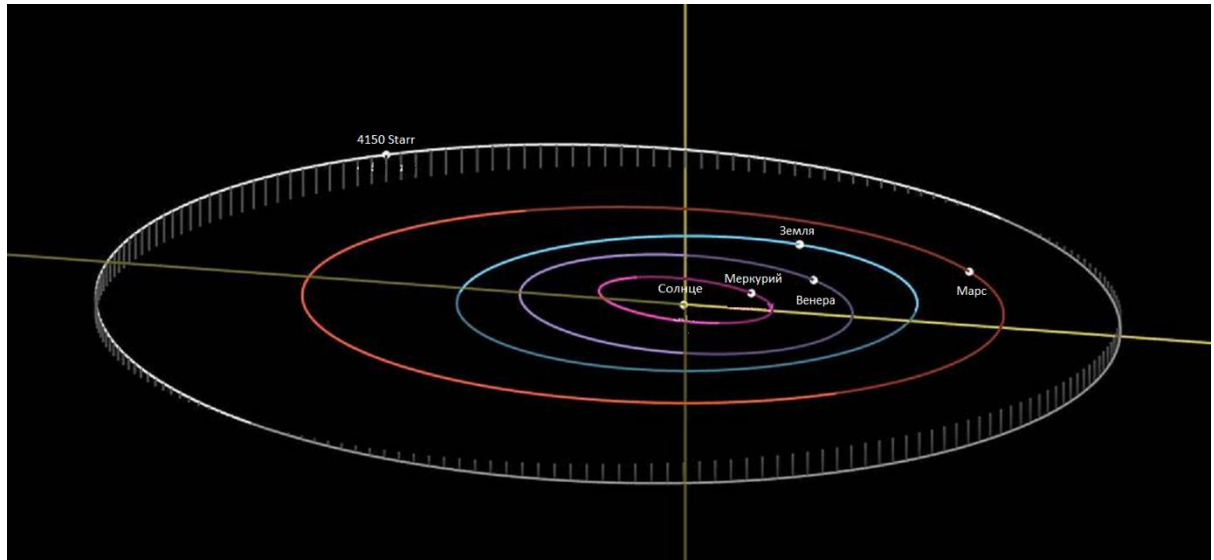
Решение.

Солнце проходит точку летнего солнцестояния в день летнего солнцестояния. На высоте около 32.5 градусов в полдень Солнце бывает весной и осенью; варианты 0 и 90 градусов можно также смело отметить как абсурдные (кульминация на горизонте или в зените в средней полосе России невозможна).

Задание № 7

Условие:

Астероид 4150 Starr был назван в честь барабанщика The Beatles Ринго Старра. При помощи картинки определите период обращения астероида. *Ответ дайте в земных годах.*



Правильный ответ: принимается значение в интервале [2.64; 3.96]

Точное совпадение ответа — 3 балла

Решение.

Измерим большую ось орбиты астероида. Она в 2.2 раза больше большой оси орбиты Земли, следовательно, большая полуось орбиты астероида составляет 2.2 а. е. По третьему закону Кеплера квадраты периодов обращения относятся как кубы больших полуосей орбит, следовательно, искомый орбитальный период равен $2.2^{1.5} = 3.3$ года. Допускается погрешность в 20%.

Задание № 8

Условие:

На какую длину волны приходится максимум теплового излучения чёрной кошки?

Варианты ответов:

- 200 нм
- 500 нм
- 900 нм
- 9.3 мкм
- 50 см
- 2 м

Правильный ответ:

- 9.3 мкм

Точное совпадение ответа — 1 балл

Решение.

Максимум излучения тела кошки (39 °С) приходится на средний инфракрасный диапазон.
200 нм — ультрафиолет, 500 нм — голубой свет, 50 см — радиоволны.

Задание № 9.1

Условие:

Звезда B ярче звезды A на 2.5 звёздной величины, а звезда C ярче звезды B на 2.5 звёздной величины. Выберите все верные утверждения.

Варианты ответов:

- Звезда C ярче звезды A в 2.5 раза
- Звезда C ярче звезды A в 5 раз
- Звезда C ярче звезды A в 100 раз
- Звезда C ярче звезды A в 2.5^2 раз
- Звезда C ярче звезды A на 5 звёздных величин.

Правильный ответ:

- Звезда C ярче звезды A на 5 звёздных величин.
- Звезда C ярче звезды A в 100 раз.

Точное совпадение ответа — 3 балла

Решение.

По определению звёздной величины.

Задание № 9.2

Условие:

Звезда B ярче звезды A на 2.5 звёздной величины, а звезда C ярче звезды B на 7.5 звёздной величины. Выберите все верные утверждения.

Варианты ответов:

- Звезда C ярче звезды A в 18.75 раза.
- Звезда C ярче звезды A в 25 раз.
- Звезда C ярче звезды A на 10 звёздных величин.
- Звезда C ярче звезды A в 10000 раз.
- Звезда C ярче звезды A в 2.5^3 раз.

Правильный ответ:

- Звезда C ярче звезды A на 10 звёздных величин.
- Звезда C ярче звезды A в 10000 раз.

Точное совпадение ответа — 3 балла

Решение.

По определению звёздной величины.

Задание № 10

Условие:

Светимость звезды может быть выражена как в ваттах, так и в абсолютных звездных величинах. Так, например, светимость Солнца равна $3.8 \cdot 10^{26}$ Вт, а его абсолютная звездная величина составляет $+4.8^m$. Какой может быть абсолютная звездная величина, соответствующая мощности домашнего пылесоса?

Варианты ответов:

- 0^m
- 24^m
- 44^m
- 64^m
- 84^m

Правильный ответ:

- 64^m

Точное совпадение ответа — 2 балла

Решение.

Солнце «мощнее» пылесоса примерно на 23 порядка, что соответствует различию на 55–60 звездных величин.