

Разбор заданий школьного этапа ВсОШ по астрономии для 8-9 класса

(группа № 2)

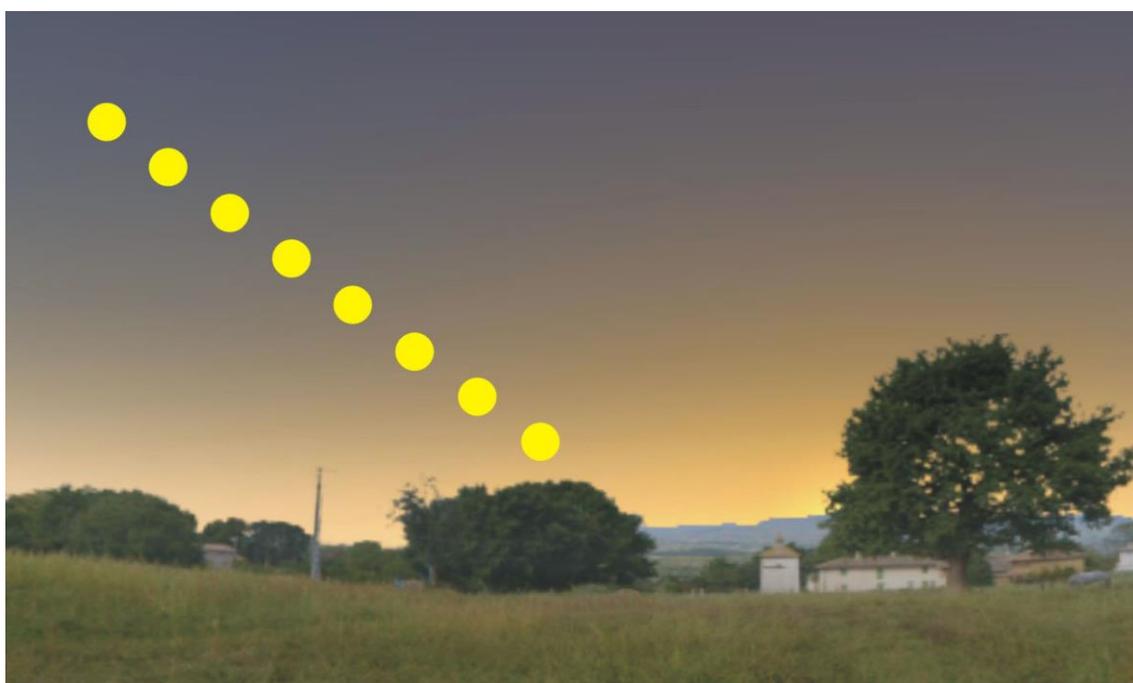
2021/22 учебный год

Максимальное количество баллов — 52

Задание № 1

Общее условие:

Где-то в России сделали зарисовку части горизонта и отметили на ней несколько положений Солнца на небе 21 марта.



Условие:

Какое явление наблюдалось в это время?

Варианты ответов:

- Закат Солнца
- Восход Солнца
- Невозможно выбрать

Ответ:

- Закат Солнца

Точное совпадение ответа — 1 балл

Решение.

В любом месте нашей страны где наблюдается закат будет видна одинаковая картина: высота Солнца над горизонтом будет уменьшаться со временем, а его азимут увеличиваться (иначе говоря, Солнце будет перемещаться по небу вниз и вправо). Это мы и наблюдаем на зарисовке.

Условие:

Какая сторона горизонта представлена на зарисовке?

Варианты ответов:

- Юг
- Север
- Восток
- Запад
- Юго-запад
- Юго-восток
- Северо-запад
- Северо-восток

Ответ:

- Запад

Точное совпадение ответа — 1 балл

Решение.

Солнце восходит в восточной части горизонта, а заходит в западной. Значит, на зарисовке представлена западная сторона горизонта. В высоких широтах Солнце может в некоторые дни восходить и заходить и в северной стороне, а севернее полярного круга и вовсе не опускаться под горизонт. Однако этот случай не соответствует зарисовке и дате наблюдения (21 марта — день равноденствия, когда Солнце заходит в точке запада). Значит, на зарисовке представлена западная сторона горизонта.

Условие:

С какой угловой скоростью происходит видимое суточное движение Солнца? Ответ дайте в градусах/час, годичным движением можно пренебречь.

Ответ: принимается в интервале [14.9; 15]

Точное совпадение ответа — 2 балла

Решение.

Угловая скорость видимого движения Солнца легко вычисляется из того факта, что за одни сутки оно перемещается примерно на 360 градусов, делая почти полный круг по небу (мы пренебрегаем смещением Солнца за счет движения Земли по орбите, которое составляет около 1 градуса в сутки). Угловая скорость будет равна $360^\circ/24\text{ч} = 15^\circ/\text{ч}$.

Условие:

Сколько времени прошло между первым и последним положением Солнца на зарисовке? Ответ выразите в часах.

Ответ: принимается в интервале [0.42; 0.55]

Точное совпадение ответа — 4 балла

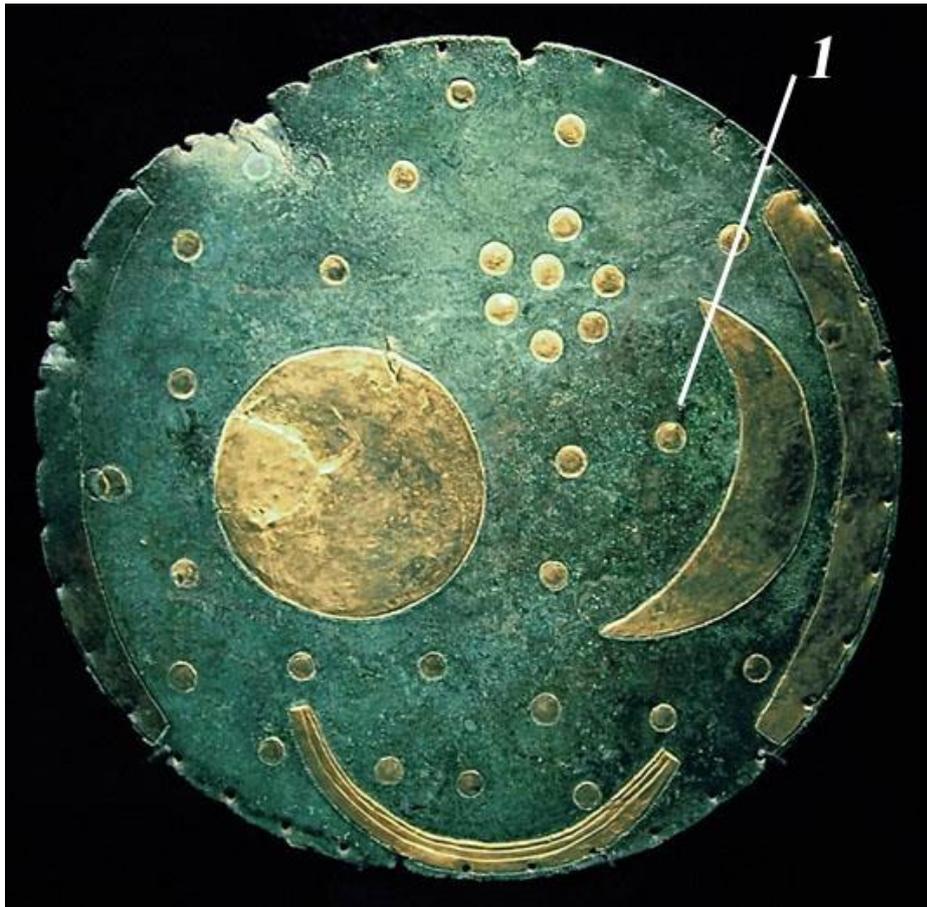
Решение.

Как видно из рисунка, между каждым из нарисованных дисков Солнца можно разместить ещё по одному диску. Угловые размеры диска Солнца хорошо известны — 0.5° . Это значит, что угловое расстояние между первым и последним положением Солнца на рисунке равно 7° . Зная угловую скорость движения Солнца, можно вычислить время, прошедшее между зарисовками: $7 / 15 \approx 0.47$ ч.

Задание № 2

Условие:

На рисунке представлен «Небесный диск из Небры» (находка датируется примерно 1700 г. до н. э.). Считается, что на нем изображены Солнце, полумесяц и звезды (в том числе и скопление Плеяды, находящееся в созвездии Тельца). Что обозначают дуги вблизи краев диска — пока окончательно не выяснено.



Выберите все верные утверждения из приведенных ниже.

Варианты ответов:

- Солнце не может находиться в созвездии Тельца
- При нарисованном взаимном положении Солнца и Луны фаза Луны изображена неверно
- Луна может находиться в созвездии Тельца
- Звезда, отмеченная цифрой 1, должна отсутствовать на рисунке

Ответ:

- При нарисованном взаимном положении Солнца и Луны фаза Луны изображена неверно
- Луна может находиться в созвездии Тельца
- Звезда, отмеченная цифрой 1, должна отсутствовать на рисунке

Каждый правильно выбранный и правильно невыбранный ответ — 1 балл, штраф за неправильный ответ — 1 балл

Максимальный балл за задание — 4

Решение.

И Солнце, и Луна могут находиться в созвездии Тельца, которое относится к зодиакальным созвездиям. Поэтому пункт А — ошибочный, а пункт В верный. Солнце должно освещать сторону Луны, которая нарисована ближе к нему. В этом случае Луна будет не стареющей, как нарисована, а растущей. Т.е. пункт Б нужно выбрать как верное утверждение. Между «рогами» месяца нельзя наблюдать звёзды, их закрывает невидимая (тёмная) часть диска Луны. Поэтому звезда №1 (и другие звёзды, попадающие за диск Луны) наблюдаться не может — утверждение Г верное.

Задание № 3.1

Условие:

Какие из перечисленных годов НЕ являются високосными?

Варианты ответов:

- 2000
- 1900
- 1800
- 1700
- 1600
- Все високосные

Ответ:

- 1900
- 1800
- 1700

Каждый правильно выбранный и правильно невыбранный ответ — 1 балл, штраф за неправильный ответ — 1 балл

Максимальный балл за задание — 6

Решение.

Согласно определению, для «круглых» дат, оканчивающихся на два нуля, високосным годом является тот год, число столетий в котором делится на 4. Поэтому правильный ответ: 1900, 1800, 1700 не являются високосными.

Задание № 3.2

Условие:

Какие из перечисленных годов НЕ являются високосными?

Варианты ответов:

- 2100
- 2000
- 1900
- 1800
- 1600
- Все високосные

Ответ:

- 2100
- 1900
- 1800

Каждый правильно выбранный и правильно невыбранный ответ — 1 балл, штраф за неправильный ответ — 1 балл

Максимальный балл за задание — 6

Решение.

Согласно определению, для «круглых» дат, оканчивающихся на два нуля, високосным годом является тот год, число столетий в котором делится на 4.

Задание № 3.3

Условие:

Какие из перечисленных годов НЕ являются високосными?

Варианты ответов:

- 2200
- 2000
- 1900
- 1800
- 1600
- Все високосные

Ответ:

- 2200
- 1900
- 1800

Каждый правильно выбранный и правильно невыбранный ответ — 1 балл, штраф за неправильный ответ — 1 балл

Максимальный балл за задание — 6

Решение.

Согласно определению, для «круглых» дат, оканчивающихся на два нуля, високосным годом является тот год, число столетий в котором делится на 4.

Задание № 4.1

Условие:

15 мая на Земле наблюдалось частное солнечное затмение. Какая дата в списке попадает ближе всего к ближайшему к 15 мая полнолунию?

Варианты ответов:

- 1 мая
- 29 апреля
- 15 мая
- 1 июня
- 14 июня
- 15 июня

Ответ:

- 1 мая

Точное совпадение ответа — 3 балла

Решение.

Солнечные затмения наблюдаются во время новолуний. Период смены лунных фаз равен 29.5 суток. Полнолуние отстоит от новолуния на половину этого периода. Значит, ближайшие полнолуния попадают на 1 и 29 мая. Из этих дат в списке присутствует лишь первая.

Задание № 4.2

Условие:

14 июня на Земле наблюдалось частное солнечное затмение. Какая дата в списке попадает ближе всего к ближайшему к 14 июня полнолунию?

Варианты ответов:

- 31 мая
- 29 мая
- 15 июня
- 2 июля
- 14 июля
- 15 июля

Ответ:

- 31 мая

Точное совпадение ответа — 3 балла

Решение.

Аналогично решению Задания № 4.1.

Задание № 4.3

Условие:

12 мая на Земле наблюдалось частное солнечное затмение. Какая дата в списке попадает ближе всего к ближайшему к 12 мая полнолуннию?

Варианты ответов:

- 28 апреля
- 26 апреля
- 12 мая
- 29 мая
- 11 июня
- 12 июня

Ответ:

- 28 апреля

Точное совпадение ответа — 3 балла

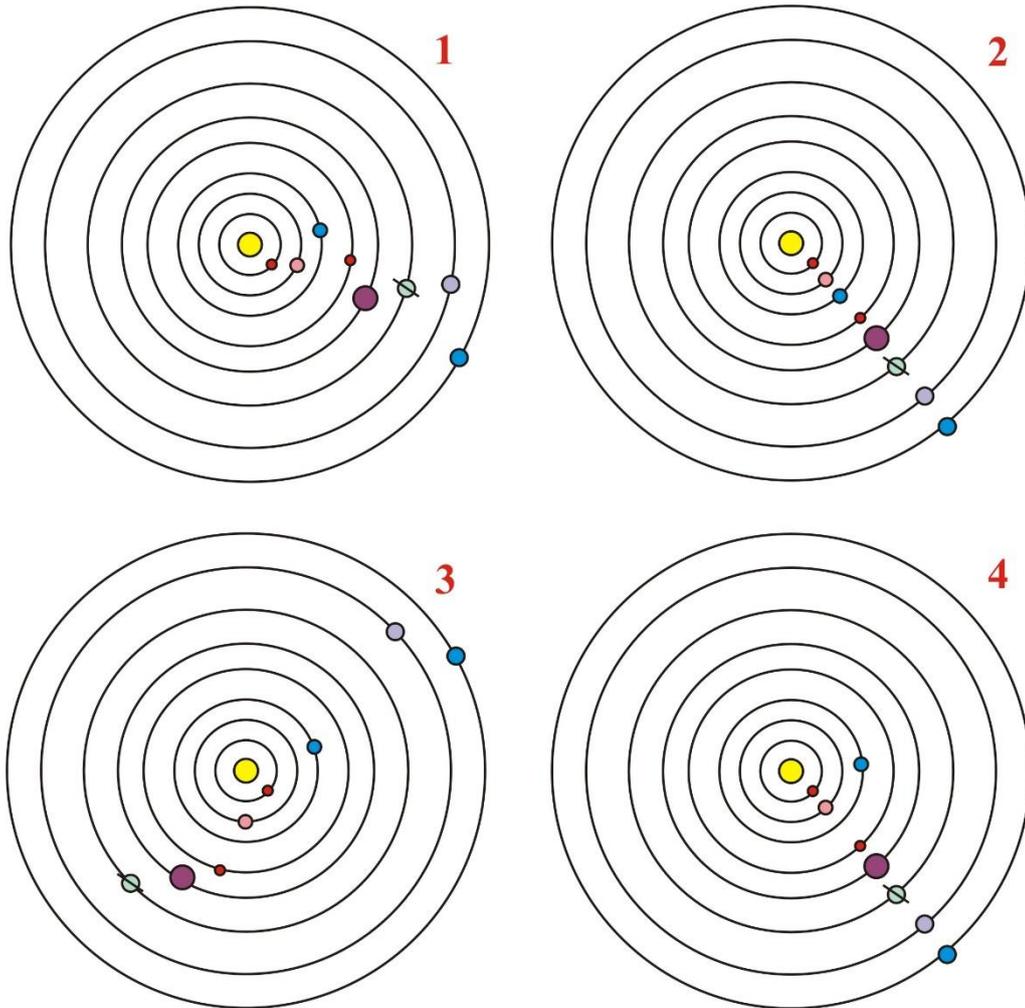
Решение.

Аналогично решению Задания № 4.1.

Задание № 5

Условие:

Парадом планет называют явление, при котором все яркие (известные с древности) планеты располагаются на земном небе близко друг к другу. Выберите картинку, расположение планет на которой наилучшим образом соответствует данному выше определению.



Варианты ответов

- Рисунок 1
- Рисунок 2
- Рисунок 3
- Рисунок 4

Ответ:

- Рисунок 3

Точное совпадение ответа — 5 баллов

Решение.

Сразу оговоримся, что будем рассматривать положения только пяти планет: Меркурия, Венеры, Марса, Юпитера и Сатурна (именно они известны с древних времён). На всех рисунках Земля представлена синим кружком — она третья планета от Солнца. Рассмотрим рисунки и представим, как были бы распределены планеты на небе Земли для положений планет на орбитах, представленных на рисунках.

Для рисунков 1 и 4 положения планет на небе будут примерно одинаковыми — они раскинутся в широкой области: если представить себя стоящим на земле в этот момент и указать на Меркурий правой рукой (будем считать, что Солнце только что зашло), то левую руку, отмечающую положение Сатурна, надо будет отставить примерно под прямым углом к правой.

На рисунке 2 две внутренние планеты (Венера и Меркурий) находятся в соединении с Солнцем, а 3 внешние — в противостоянии. Т.е. на земном небе их будет разделять угол в 180 градусов.

И только на рисунке 3 все яркие планеты будут располагаться для земного наблюдателя в одной области неба — недалеко от Солнца (наблюдать их все можно будет после его захода).

Задание № 6

Общее условие:

Дан рисунок звездного неба, сделанный любителем астрономии с помощью компьютера.
На него попали две планеты — Марс и Юпитер.



Условие:

Как называется созвездие, в котором находятся эти планеты?

Ответ: Телец

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

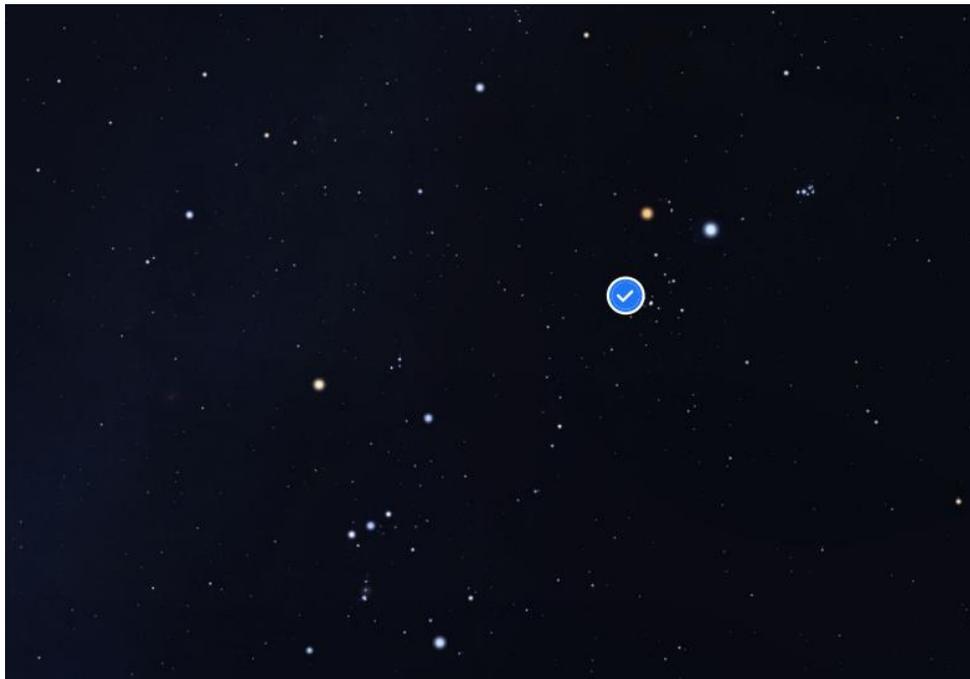
Как называется главная (самая яркая) звезда созвездия, в котором находятся эти планеты?

Ответ: Альдебаран

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

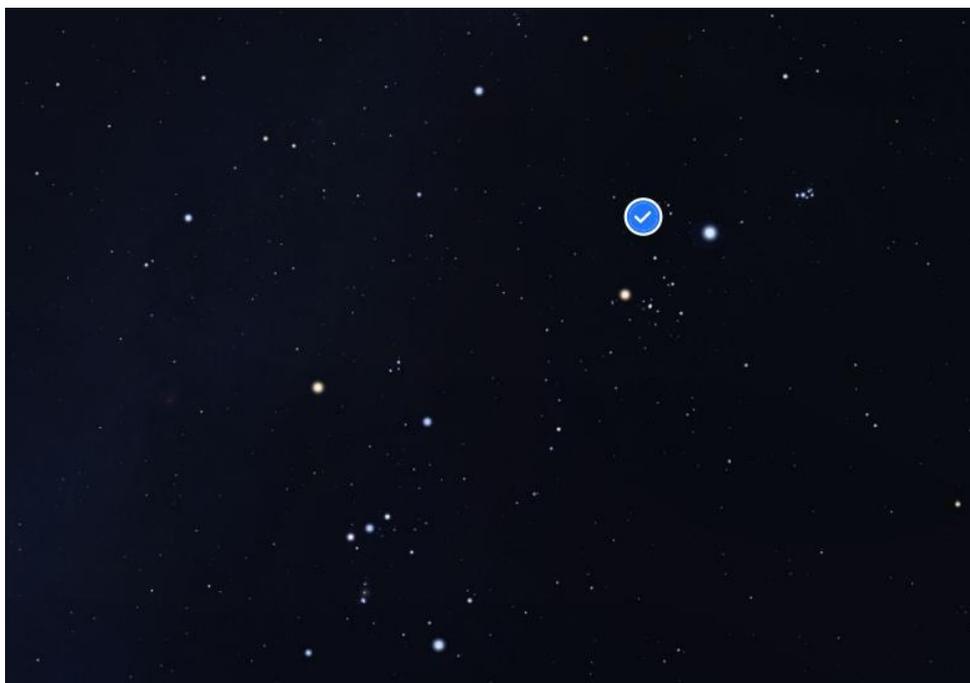
Укажите мышкой на главную (самую яркую) звезду созвездия, в котором находятся эти планеты.



Точное совпадение ответа — 1 балл

Условие:

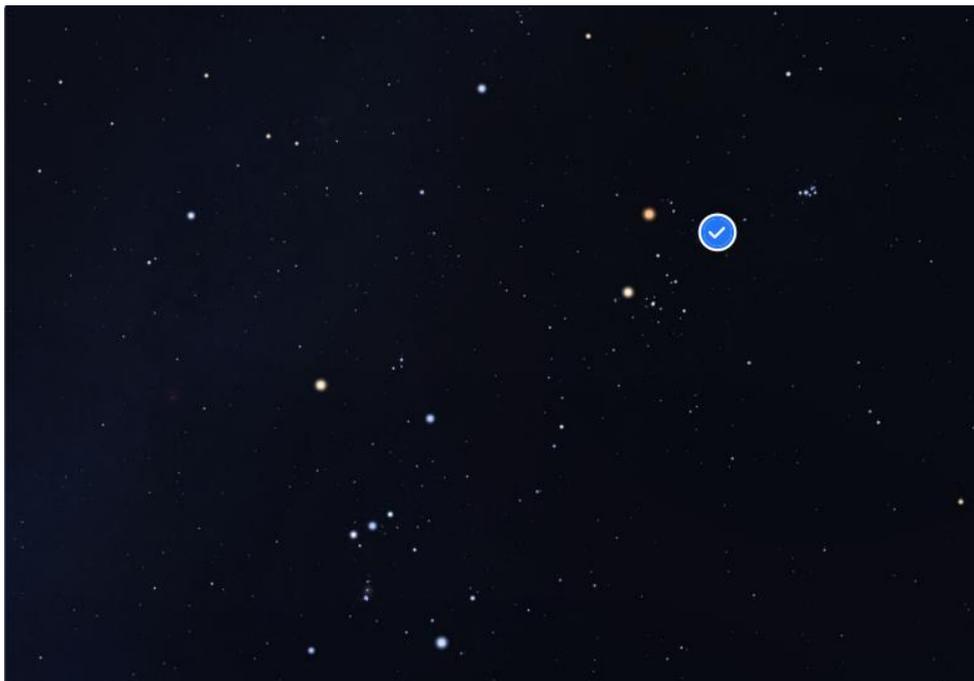
Найдите на рисунке Марс и кликните на него мышкой.



Точное совпадение ответа — 1 балл

Условие:

Найдите на рисунке Юпитер и кликните на него мышкой.



Точное совпадение ответа — 1 балл

Условие:

Зная, что угловое расстояние между крайними звёздами пояса Ориона примерно равно 3° , определите угловое расстояние между Юпитером и Плеядами (ответ выразите в градусах).

Ответ: принимается в интервале [5; 8]

Точное совпадение ответа — 3 балла

Решение.

Используя как линейку заданный в условии угловой размер Пояса Ориона, можно определить угловое расстояние между Юпитером и Плеядами. Оно получается равным примерно 6-7 градусов.

Задание № 7

Общее условие:

В пункте Земли с координатами $\varphi=58^\circ$ с.ш., $\lambda=55^\circ$ в.д. были измерены высоты нескольких звёзд. Выберите для каждой из звёзд верный вариант.

Условие:

Звезда №1, высота 58° — это...

Варианты ответа:

- Верхняя кульминация звезды
- Нижняя кульминация звезды
- Нельзя выбрать

Ответ:

- Нельзя выбрать

Условие:

Звезда №2, высота 55° — это...

Варианты ответа:

- Верхняя кульминация звезды
- Нижняя кульминация звезды
- Нельзя выбрать

Ответ:

- Нельзя выбрать

Условие:

Звезда №3, высота 32° — это...

Варианты ответа:

- Верхняя кульминация звезды
- Нижняя кульминация звезды
- Нельзя выбрать

Ответ:

- Нельзя выбрать

Условие:

Звезда №4, высота 90° — это...

Варианты ответа:

- Верхняя кульминация звезды
- Нижняя кульминация звезды
- Нельзя выбрать

Ответ:

- Верхняя кульминация звезды

Каждый правильный выбор — 2 балла

Максимальный балл за задание — 8

Решение.

Высота звезды в верхней кульминации определяется по формуле $h_v = 90^\circ - |\varphi - \delta|$, а нижней — по формуле $h_n = -90^\circ + |\varphi + \delta|$.

Т.е. на каких высотах кульминирует та или иная звезда зависит от широты места наблюдения и склонения звезды. Последняя величина не дана в условии задачи, поэтому нельзя ответить на вопрос находились ли звёзды 1, 2 и 3 в кульминациях.

Звезда 4 по условию находится в момент наблюдения в зените (её высота равна 90°), а значит, она находится в верхней кульминации.

Задание № 8.1

Условие:

Известно, что высота однородной атмосферы одной из планет $h = 100$ км при средней плотности атмосферы $\rho = 8$ кг/м³. Средняя плотность вещества самой планеты в $n = 500$ раз больше плотности атмосферы, а радиус планеты $R = 6000$ км. Во сколько раз масса атмосферы меньше массы этой планеты?

Высота однородной атмосферы – это толщина условной атмосферы, имеющей всюду ту же температуру и плотность, что имеет реальная атмосфера у поверхности планеты, и такую же массу.

Ответ: принимается в интервале [9500; 10500]

Точное совпадение ответа — 8 баллов

Решение.

Запишем выражение для массы атмосферы планеты:

$$m = \left[\frac{4}{3}\pi(R + h)^3 - \frac{4}{3}\pi R^3 \right] \cdot \rho$$

Уменьшаемое в скобке — это объём, занимаемый планетой с атмосферой, а вычитаемое — объём планеты без атмосферы. В этой формуле нам известны все числовые значения. Подставив в неё данные из условия, легко найти массу (это прямой путь решения задачи). Однако, это выражение легко упростить, если знать формулу для приближённых вычислений $(1 + x)^n \approx 1 + nx$ для $x \ll 1$.

Вынесем за скобки R в уменьшаемом в первой формуле и воспользуемся тем, что $h/R \ll 1$:

$$\begin{aligned} m &= \left[\frac{4}{3}\pi(R + h)^3 - \frac{4}{3}\pi R^3 \right] \cdot \rho = \left[\frac{4}{3}\pi R^3 \left(1 + \frac{h}{R} \right)^3 - \frac{4}{3}\pi R^3 \right] \cdot \rho \\ &\approx \left[\frac{4}{3}\pi R^3 \left(1 + \frac{3h}{R} \right) - \frac{4}{3}\pi R^3 \right] \cdot \rho \end{aligned}$$

Раскроем скобки и получим известную формулу для массы тонкого шарового слоя (которую можно знать и использовать без вывода):

$$m = \frac{4}{3}\pi R^3 \left(\frac{3h}{R} \right) \cdot \rho = 4\pi R^2 h \rho$$

Очевидно, что масса планеты равна произведению плотности $n\rho$ на объём:

$$M = \frac{4}{3}\pi R^3 \cdot n\rho$$

Тогда отношение масс равно:

$$\frac{M}{m} = \frac{\frac{4}{3}\pi R^3 \cdot n\rho}{4\pi R^2 h\rho} = \frac{nR}{3h}$$

Подставляя числовые значения, получим $M/m=10000$.

Задание № 8.2

Условие:

Известно, что высота однородной атмосферы одной из планет $h = 50$ км при средней плотности атмосферы $\rho = 8$ кг/м³. Средняя плотность вещества самой планеты в $n = 500$ раз больше плотности атмосферы, а радиус планеты $R = 6000$ км. Во сколько раз масса атмосферы меньше массы этой планеты?

Высота однородной атмосферы – это толщина условной атмосферы, имеющей всюду ту же температуру и плотность, что имеет реальная атмосфера у поверхности планеты, и такую же массу.

Ответ: принимается в интервале [19000; 21000]

Точное совпадение ответа — 8 баллов

Решение.

Аналогично решению Задания № 8.1.

Задание № 8.3

Условие:

Известно, что высота однородной атмосферы одной из планет $h = 30$ км при средней плотности атмосферы $\rho = 6$ кг/м³. Средняя плотность вещества самой планеты в $n = 800$ раз больше плотности атмосферы, а радиус планеты $R = 6000$ км. Во сколько раз масса атмосферы меньше массы этой планеты?

Высота однородной атмосферы – это толщина условной атмосферы, имеющей всюду ту же температуру и плотность, что имеет реальная атмосфера у поверхности планеты, и такую же массу.

Ответ: принимается в интервале [51000; 55000]

Точное совпадение ответа — 8 баллов

Решение.

Аналогично решению Задания № 8.1.

Задание № 8.4

Условие:

Известно, что высота однородной атмосферы одной из планет $h = 20$ км при средней плотности атмосферы $\rho = 4$ кг/м³. Средняя плотность вещества самой планеты в $n = 600$ раз больше плотности атмосферы, а радиус планеты $R=8000$ км. Во сколько раз масса атмосферы меньше массы этой планеты?

Высота однородной атмосферы – это толщина условной атмосферы, имеющей всюду ту же температуру и плотность, что имеет реальная атмосфера у поверхности планеты, и такую же массу.

Ответ: принимается в интервале [75000; 85000]

Точное совпадение ответа — 8 баллов

Решение.

Аналогично решению Задания № 8.1.