

Всероссийская олимпиада школьников по астрономии.

II (муниципальный) этап.

2025-2026 учебный год.

11 класс. Ответы.

1. Астрономические явления. (8 баллов)

Расположите астрономические явления по увеличению частоты их наблюдения, для наблюдателей на Земле (от более редких, до более частых).

Ответ обоснуйте.

А. Лунные затмения

В. Кульминации звезды Вега

С. Новолуния

Д. Вспышки сверхновых звезд в нашей Галактике.

Решение .

Рассмотрим подробно, каждое из четырех утверждений.

А. Лунные затмения

Лунное затмение происходит от двух до пяти раз в год, при этом в среднем случается два затмения в год. Максимальное число затмений, равное пяти, — явление крайне редкое.

В. Кульминации звезды Вега

Кульминаций звезды в сутках две. Верхняя и нижняя кульминация разделены половиной звездных суток ≈ 12 часов.

С. Новолуния

Новолуние это фаза Луны, следовательно она повторяется с периодом $T = 29,5$ дней.

Д. Вспышки сверхновых звезд в нашей Галактике

Вспышки сверхновых в нашей Галактике, по предположению астрофизиков, происходят раз в 100 лет.

Следовательно, правильный порядок:

1 - Вспышки сверхновых в нашей Галактике

2 - Лунные затмения

3 – Новолуние

4 - Кульминации звезды Вега.

За правильное расположение – 4 балла

За обоснование – 4 балла

Всего до 8 баллов.

2. Движение спутников. (8 баллов)

Малые спутники двух планет обращаются по своим круговым орбитам. Линейная скорость первого спутника в 2 раза больше, чем у второго, а период его обращения вдвое меньше периода обращения другого. Как соотносятся массы двух планет?

Решение.

Запишем формулировку обобщенного III закона Кеплера:

$$\frac{a^3}{T^2 M} = \frac{G}{4\pi^2}$$

Здесь a – большая полуось орбиты (в случае круговой орбиты – ее радиус), T – период обращения, M – суммарная масса планеты и спутника. Так как спутники малые, данная величина равна массе планеты. (3 балла)

Линейная скорость орбитального движения спутника по круговой орбите равна

$$v = \frac{2\pi a}{T} \quad (2 \text{ балла})$$

Выражая в этой формуле a через v и подставляя в III закон Кеплера, получаем

$$\frac{v^3 T}{2\pi} = GM$$

По условию задачи, скорость первого спутника в 2 раза больше, а период обращения у первого спутника вдвое меньше, чем у второго. Получается, что масса первой планеты в четыре раза больше массы второй планеты. (3 балла)

Всего до 8 баллов.

3. Кульминация (8 баллов)

В некотором населенном пункте Вологодской области звезда Капелла со склонением $+46^\circ$ в момент верхней кульминации находится на высоте 77° над горизонтом. Определите высоту верхней кульминации Солнца и полной Луны 22 июня в этом же населенном пункте.

Решение.

1. Найдем широту места наблюдения: $90^\circ - \varphi + \delta = h$, следовательно $\varphi = 59^\circ$ (широта Вологды примерно $59^\circ 13'$) – 2 балла
2. 22 июня день летнего солнцестояния, следовательно, склонение Солнца $+23,5^\circ$ - 1 балл
3. А полная Луна противоположна Солнцу на небе, следовательно, склонение Луны $-23,5^\circ$ - 1 балл
4. Находим высоту верхней кульминации Солнца:

$$h_{\text{Солнца}} = 90^\circ - \varphi + \delta_{\text{Солнца}} = 90^\circ - 59^\circ + 23,5^\circ = 54,5^\circ \quad - 2 \text{ балла}$$

5. Находим высоту верхней кульминации Луны:

$$h_{\text{Луны}} = 90^\circ - \varphi + \delta_{\text{Луны}} = 90^\circ - 59^\circ - 23,5^\circ = 7,5^\circ \quad - 2 \text{ балла}$$

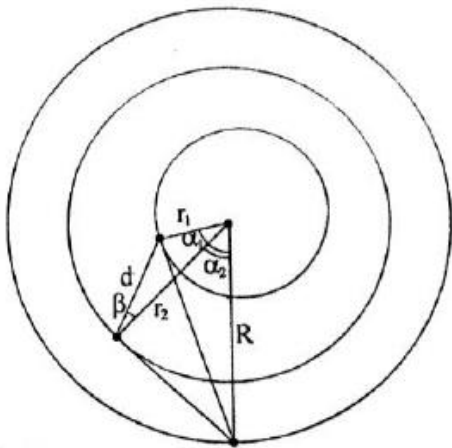
Всего до 8 баллов

4. Элонгации планет.

Обе внутренние для Земли планеты оказались в наибольшей восточной элонгации в одно время: Меркурий - в 19° , Венера ~ в 46° от Солнца. В это же

время Меркурий находился вблизи точки перигелия своей орбиты. Вычислите расстояние между Меркурием и Венерой в этот день. Орбиты Венеры и Земли считать окружностями. Наклонением орбит планет к плоскости эклиптики пренебречь.

Решение : Орбита Венеры практически круглая, и ее наибольшая элонгация наступает, когда угол с вершиной в Венере между направлениями на Солнце и Землю составляет 90° . Для Меркурия, чья орбита сильно вытянута, такое выполняется, только если наибольшая элонгация наступает вблизи его перигелия или афелия. Выполним рисунок. – 2 балла.



Точные расстояния Меркурия и Венеры от Солнца можно вычислить, зная их угловые расстояния от Солнца:

Меркурий $r_1 = R \sin 19^\circ = 0,326 \text{ а.е.},$

Венера $r_2 = R \sin 46^\circ = 0,719 \text{ а.е.}$

R - среднее расстояние от Земли до Солнца 150 млн. км=1 а.е.- 2балла

Разности гелиоцентрических долгот Земли и Меркурия (Венеры) $\alpha_1(\alpha_2)$

вычисляются в данном случае очень просто:

$$\alpha_1 = 90^\circ - 19^\circ = 71^\circ$$

$$\alpha_2 = 90^\circ - 46^\circ = 44^\circ - 2 \text{ балла}$$

Расстояние между Меркурием и Венерой можно вычислить, используя теорему

косинусов: $d^2 = r_1^2 + r_2^2 - 2r_1r_2 \cos(\alpha_1 - \alpha_2)$, откуда $d = 0,453 \text{ а.е.} - 2 \text{ балла}$

Всего до 8 баллов.

5. Движение звезд.

Две нейтронные звезды обращаются вокруг общего центра масс по круговой орбите с периодом 7 часов. На каком расстоянии они находятся, если их массы одинаковы и больше массы Солнца в 1,4 раза?

Решение :

Звезды находятся на расстоянии $2R$ друг от друга. $F_{\text{грав.}} = G \cdot \frac{m^2}{(2R)^2}$ - 2 балла

С другой стороны, $F = \frac{mV^2}{R}$, $T = \frac{2\pi}{v} \cdot R$ - 4 балла

$R = \sqrt[3]{\frac{GmT^2}{16\pi^2}} \approx 9,05 \times 10^8 \text{ м} \approx 9,05 \times 10^5 \text{ км} \approx 2,41$ среднего расстояния от Земли до Луны.
- 2 балла

Всего до 8 баллов.

6. Астрономические объекты. (10 баллов)

Сопоставьте названия космических объектов и утверждения о них. Ответы нужно представить в следующем формате, например: 1 – А, 2 – Б, 3 – В, и т.д

1.	Бетельгейзе	А.	Активные образования в Солнечной атмосфере
2.	Церера	Б.	Спутник Юпитера, на этом объекте происходит самая активная в Солнечной системе вулканическая деятельность
3.	Змееносец	В.	Яркая звезда в созвездии Ориона. Красный сверхгигант, полуправильная переменная звезда, блеск которой изменяется от 0,0 до 1,3 звёздной величины и в среднем составляет около 0,6 ^m .
4.	Сириус	Г.	Гелий был впервые обнаружен именно на этом объекте
5.	Протуберанцы	Д.	Сильный ежегодный метеорный поток
6.	Пояс Койпера	Е.	Карликовая планета. Расположена в поясе астероидов. Была открыта в 1801 году итальянским астрономом Джузеппе Пьяцци в Палермской астрономической обсерватории. Названа в честь древнеримской богини плодородия. Некоторое время рассматривалась как полноценная планета Солнечной системы; в 1802 году она была классифицирована как астероид, но продолжала считаться планетой ещё несколько десятилетий, а по результатам уточнения понятия «планета» Международным астрономическим союзом 24 августа 2006 года на XXVI Генеральной Ассамблее МАС была отнесена к карликовым планетам.
7.	Солнце	Ж.	Область Солнечной системы от орбиты Нептуна (30 а. е. от Солнца) до расстояния около 55 а. е. от Солнца. Похож на пояс астероидов, состоит в основном из малых тел.
8.	Ио	З.	Звезда созвездия Большого Пса. Ярчайшая звезда ночного неба.

9	Кассиопея	И	Одно из красивейших созвездий, похожее на букву "М", когда наблюдается над северным полюсом мира в декабре, и на букву "W", когда наблюдается ниже полюса в июне.
10	Персеиды	К	Хотя это не зодиакальное созвездие, Солнце проводит в нем 20 дней, с 27 ноября по 17 декабря.

Решение.

1 – В, 2 – Е, 3 – К, 4 – З, 5 – А, 6 – Ж, 7 – Г, 8 – Б, 9 – И, 10 – Д

Всего до 10 баллов.

Итого: 50 баллов