

Разбор заданий школьного этапа ВсОШ по астрономии для 11 класса

(группа № 2)

2021/22 учебный год

Максимальное количество баллов — 54

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:

- Восход Солнца

Точное совпадение ответа — 1 балл

Решение.

В любом месте нашей страны где наблюдается восход будет видна одинаковая картина: высота Солнца над горизонтом и его азимут будут увеличиваться со временем (иначе говоря, Солнце будет перемещаться по небу вверх и направо). 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:

- Восток

Точное совпадение ответа — 1 балл

Решение.

Солнце восходит в восточной половине горизонта, а заходит в западной. Точное положение точки восхода зависит от широты места наблюдения и даты. Дата 21 марта соответствует дню равноденствия. В этот день Солнце находится на небесном экваторе. Как известно, небесный экватор пересекает горизонт в точках запада и востока. А значит, Солнце на зарисовке находится рядом с точкой востока.

Условие:

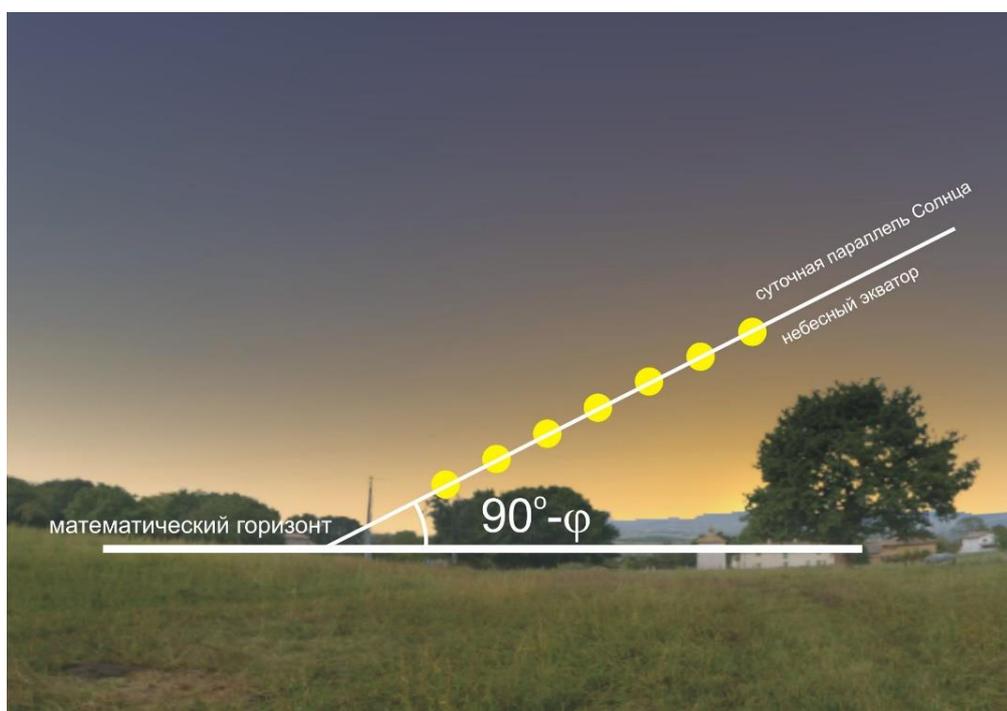
Оцените примерную широту места наблюдения. Ответ дайте в градусах.

Ответ: 63

Точное совпадение ответа — 4 балла

Решение.

Широту места наблюдения можно определить по углу между горизонтом и небесным экватором (напрямую этот метод работает только в непосредственной близости к точкам востока или запада — как раз наш случай). На полюсе Земли горизонт совпадает с небесным экватором (угол между ними 0°), по мере удаления от полюса угол увеличивается, достигая 90° на экваторе земли. На зарисовке экватор обозначен положением центров диска Солнца. Небольшой угол движения указывает на относительно высокие широты. Можно разными способами оценить величину угла (точное значение 27°) — на такой угол по широте отстоит место наблюдения от северного полюса Земли. Значит широта 63° ($90 - 27$).



Условие:

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

Ответ: 15

Точное совпадение ответа — 2 балла

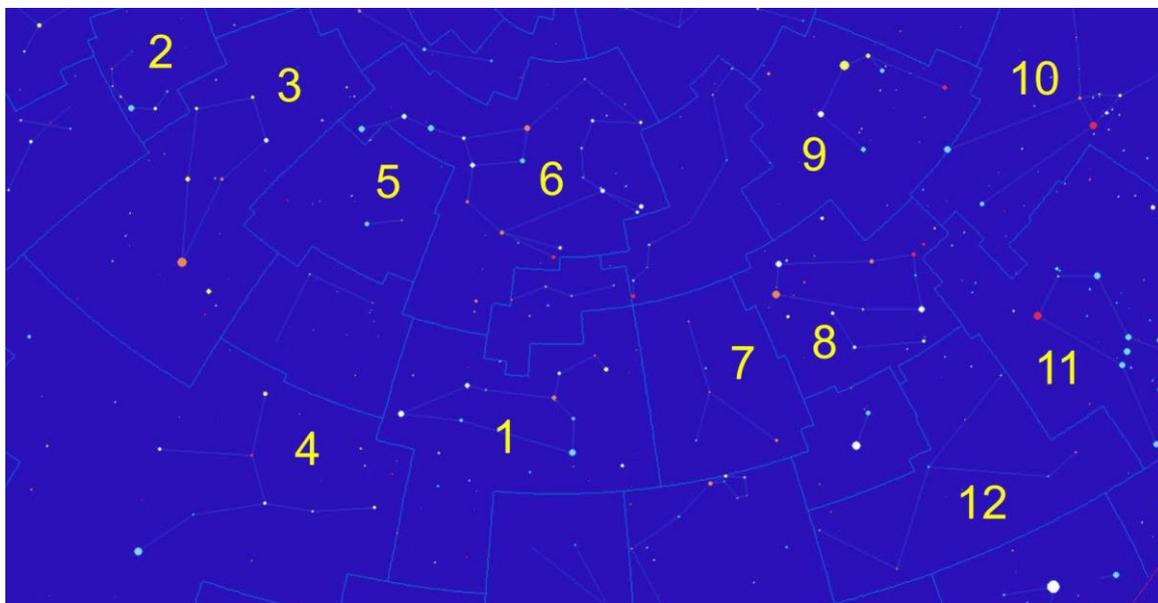
Решение.

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 $360^\circ/24\text{ч} = 15^\circ/\text{ч}$.

Задание № 2

Условие:

Из всех отмеченных на карте созвездий лишь 8 представлены в списке ниже. Сопоставьте их названия и номера.



Варианты для соотнесения:

Большая Медведица	1
Возничий	2
Волопас	3
Северная Корона	4
Лев	5
Близнецы	6
Рак	7
Орион	8
	9
	10
	11
	12

Ответ: Большая Медведица — 6, Возничий — 9, Волопас — 3, Северная Корона — 2, Лев — 1, Близнецы — 8, Рак — 7, Орион — 11.

Каждое верное соответствие — 1 балл

Максимальный балл за задание — 8

Задание № 3

Общее условие:

Третий закон Кеплера гласит: *«Квадрат периода обращения пропорционален кубу большой полуоси орбиты»*.

Условие:

Во сколько раз отличаются величины больших полуосей орбит кометы, имеющей период обращения 3 года, и астероида из пояса астероидов, имеющего период обращения 3,5 года?

Ответ: принимается значение в интервале [0.9; 0.91]

Точное совпадение ответа — 3 балла

Условие:

Чему равна большая полуось орбиты кометы, имеющей период обращения вокруг Солнца 3 года?

Ответ: принимается значение в интервале [2; 2.1]

Точное совпадение ответа — 3 балла

Условие:

Как вы думаете, какое из небесных тел имеет большее максимальное удаление от Солнца: комета, имеющая период обращения 3 года, или астероид из пояса астероидов, имеющий период обращения 3,5 года?

Варианты ответов:

- Комета
- Астероид
- У них одинаковые максимальные удаления от Солнца

Ответ:

- Комета

Точное совпадение ответа — 2 балла

Решение.

3-й закон Кеплера даёт соотношение $T^2 \sim a^3$. Значит, отношение больших полуосей орбит кометы и астероида будет равно $\sqrt[3]{\frac{3^2}{3,5^2}} = 0,9$.

Применяя закон Кеплера к Земле и комете, можно найти величину большой полуоси её орбиты: $a = \sqrt[3]{3^2} = 2,08$ а. е.

Тело из пояса астероидов движется по почти круговой орбите с большой полуосью:

$$a = \sqrt[3]{3,5^2} = 2,31 \text{ а. е.}$$

Эта величина близка к величине большой полуоси орбиты кометы. Однако, кометы двигаются по очень вытянутым орбитам, из-за чего афелийное расстояние у них сильно превышает перигелийное, и они уходят от Солнца сильно дальше, чем на величину большой полуоси.

Задание № 4.1

Условие:

В каком-то году 10 июня жители Ростова могли наблюдать частное лунное затмение. Выберите из списка 3 даты этого же года, в которые на Земле гарантированно НЕ могли наблюдаться солнечные затмения:

Варианты ответов:

- 26 мая
- 9 июля
- 7 сентября
- 21 сентября
- 17 октября

Ответ:

- 9 июля
- 7 сентября
- 17 октября

Каждый правильный ответ — 2 балла, штраф за каждый неправильный ответ — 2 балла.

Максимальный балл за задание — 6, но не меньше 0 баллов за задание.

Решение.

Лунные затмения могут происходить только во время полнолуний, а солнечные — только во время новолуний. Таким образом, надо определить на какие даты из списка не приходится новолуния. В эти даты солнечные затмения гарантировано не происходят (и соответственно, не могут наблюдаться). Определить, приходится ли на какую-то дату новолуние, можно разными способами. Например, если 10 июня было полнолуние, то ближайшие новолуния отстояли от этой даты на $\approx 29,5/2 = 14,25$ суток. Это 26 мая и 24 июня. Все последующие новолуния будут отстоять от 24 июня на 29,5 дня. Выписав даты всех новолуний в году и сравнив их со списком из условия, можно сделать вывод, что солнечные затмения не могли наблюдаться 9 июля, 7 сентября и 17 октября.

Задание № 4.2

Условие:

В каком-то году 27 июля жители Ростова могли наблюдать частное лунное затмение. Выберите из списка 3 даты этого же года, в которые на Земле гарантированно **НЕ** могли наблюдаться солнечные затмения:

Варианты ответов:

- 17 января
- 10 февраля
- 25 мая
- 26 мая
- 7 декабря

Ответ:

- 10 февраля
- 25 мая
- 26 мая

Каждый правильный ответ — 2 балла, штраф за каждый неправильный ответ — 2 балла.

Максимальный балл за задание — 6, но не меньше 0 баллов за задание.

Решение.

Аналогично решению Задания № 4.1.

Задание № 4.3

Условие:

В каком-то году 20 июля жители Ростова могли наблюдать частное лунное затмение. Выберите из списка 3 даты этого же года, в которые на Земле гарантированно **НЕ** могли наблюдаться солнечные затмения:

Варианты ответов:

- 15 января
- 9 марта
- 1 сентября
- 10 сентября
- 20 ноября

Ответ:

- 15 января
- 10 сентября
- 20 ноября

Каждый правильный ответ — 2 балла, штраф за каждый неправильный ответ — 2 балла.

Максимальный балл за задание — 6, но не меньше 0 баллов за задание.

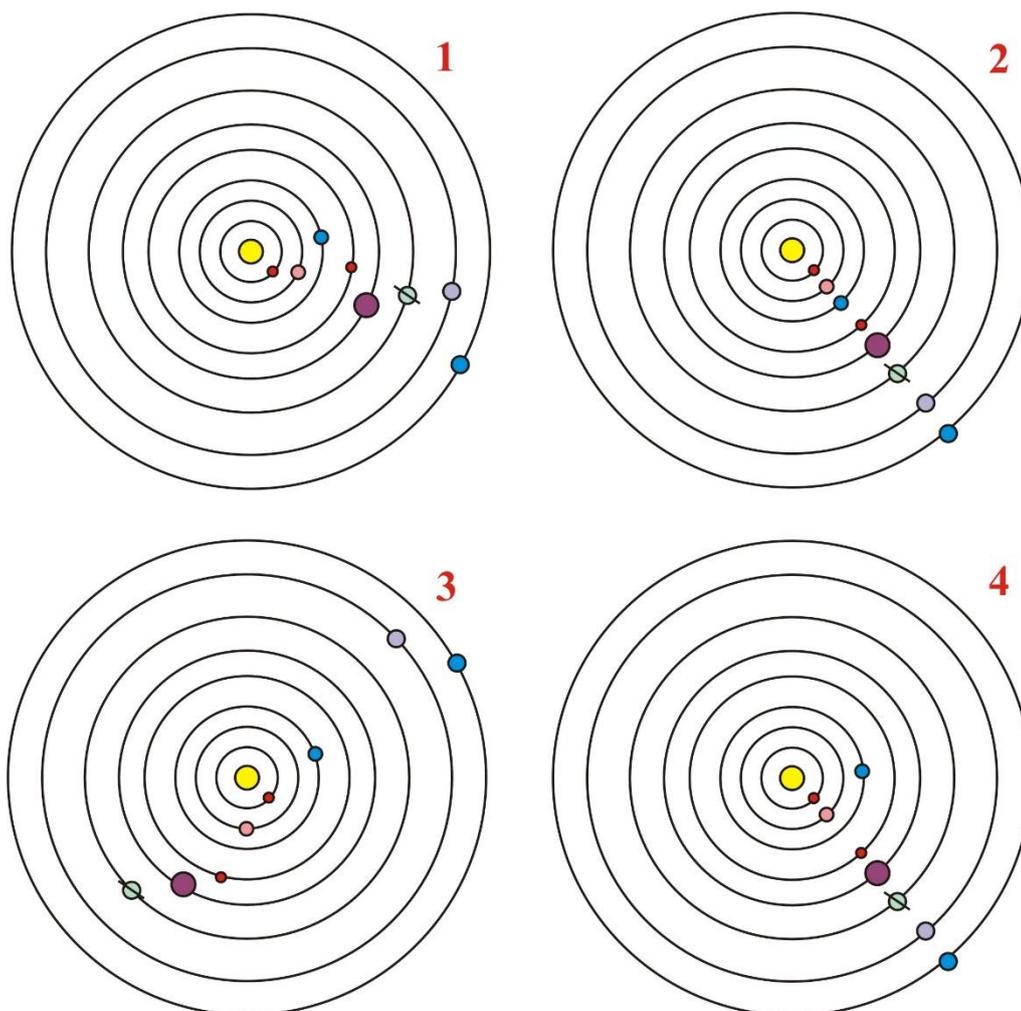
Решение.

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 рисунок, расположение планет на котором 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 № 6.1

Условие:

В двойной звездной системе одна из звезд имеет массу в 2 раза больше другой. Период обращения менее массивной звезды вокруг общего центра масс – 1 год. Чему равен период обращения более массивной звезды вокруг общего центра?

Варианты ответов:

- 4 года
- 2 года
- 1 год
- 0.5 года
- 0.25 года

Ответ:

- 1 год

Точное совпадение ответа — 3 балла

Решение.

В двойных системах периоды обращения тел будут обязательно одинаковыми.

Задание № 6.2

Условие:

В двойной звездной системе одна из звезд имеет массу в 2 раза больше другой. Период обращения менее массивной звезды вокруг общего центра масс – 2 года. Чему равен период обращения более массивной звезды вокруг общего центра?

Варианты ответов:

- 4 года
- 2 года
- 1 год
- 0.5 года
- 0.25 года

Ответ:

- 2 года

Точное совпадение ответа — 3 балла

Решение.

В двойных системах периоды обращения тел будут обязательно одинаковыми.

Задание № 6.3

Условие:

В двойной звездной системе одна из звезд имеет массу в 2 раза больше другой. Период обращения менее массивной звезды вокруг общего центра масс – 4 года. Чему равен период обращения более массивной звезды вокруг общего центра?

Варианты ответов:

- 4 года
- 2 года
- 1 год
- 0.5 года
- 0.25 года

Ответ:

- 4 года

Точное совпадение ответа — 3 балла

Решение.

В двойных системах периоды обращения тел будут обязательно одинаковыми.

Задание № 7

Условие:

Даны пары звезд с известными экваториальными координатами. Расставьте эти пары в порядке увеличения углового расстояния между звездами, входящими в пару.

1	Звезда A ($\alpha = 12^h 30^m$ $\delta = 30^\circ 20'$) и звезда B ($\alpha = 10^h 30^m$ $\delta = 30^\circ 00'$)
2	Звезда C ($\alpha = 12^h 30^m$ $\delta = 89^\circ 20'$) и звезда D ($\alpha = 7^h 15^m$ $\delta = 0^\circ 15'$)
3	Звезда E ($\alpha = 11^h 10^m$ $\delta = 70^\circ 00'$) и звезда F ($\alpha = 9^h 10^m$ $\delta = 70^\circ 00'$)
4	Звезда G ($\alpha = 2^h 00^m$ $\delta = 10^\circ 18'$) и звезда H ($\alpha = 2^h 11^m$ $\delta = 50^\circ 00'$)
5	Звезда I ($\alpha = 2^h 00^m$ $\delta = 80^\circ 18'$) и звезда J ($\alpha = 14^h 11^m$ $\delta = -88^\circ 00'$)

В ответ запишите последовательность цифр, например, 25341.

Ответ:

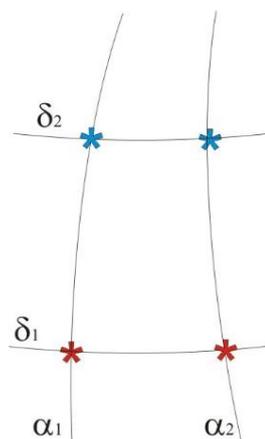
31425

Точное совпадение ответа — 8 баллов

Решение.

Для точного вычисления угловых расстояний в общем случае требуется применять формулы сферической тригонометрии. Однако, при внимательном рассмотрении представленных координат для каждой из пар можно увидеть, что они подобраны таким образом, чтобы угловое расстояние можно было оценить, совсем не прибегая к вычислениям.

Звезды 1-й пары имеют практически одинаковое склонение при различии прямых восхождений на 2h (т.е. 30°). Подобное различие имеет и пара №3. Однако, склонения звезд этой пары гораздо больше.



Это означает, что видимое на небесной сфере угловое расстояние между звёздами E и F будет значительно (в $\cos 70^\circ / \cos 30^\circ$) меньше. На рисунке показана подобная ситуация для пары красных и синих звёзд.

Одна из звёзд 2-й пары находится в полюсе Мира, а вторая — почти на небесном экваторе. Значит угол между ними близок к 90° .

Звёзды 4-й пары имеют почти одинаковое прямое восхождение, а их склонения отличаются примерно на 40° . Значит и угол между ними на небе будет близок к 40° .

Наконец, как видно из склонений звёзд 5-й пары, её составляющие находятся близи противоположных полюсах небесной сферы — угол между ними близок к 180° .

Задание № 8.1

Условие:

На Солнце наблюдается пятно с гелиографической широтой $\varphi = 25^\circ$ (гелиографическая широта — аналог земной широты, отсчитывается от экватора Солнца). Зная, что радиус Солнца равен 696000 км, а период вращения на указанной широте равен $P = 25,3$ земных суток, найдите линейную скорость движения пятна. Ответ выразите в км/с, сплюснутостью Солнца пренебречь.

Ответ: принимается значение в интервале [1.75; 1.85]

Точное совпадение ответа — 8 баллов

Решение.

Каждая точка поверхности из-за осевого вращения Солнца движется по окружности радиусом $r = R_\odot \cos \varphi$. Длина такой окружности $l = 2\pi r$. Такой путь точка на поверхности Солнца (пятно) пройдет за $24 \cdot 3600 \cdot P$ секунд. Значит, скорость движения будет равна

$$V = \frac{2\pi R_\odot \cos \varphi}{24 \cdot 3600 \cdot P} = \mathbf{1,81} \text{ км/с.}$$

Задание № 8.2

Условие:

На Солнце наблюдается пятно с гелиографической широтой $\varphi = 35^\circ$ (гелиографическая широта — аналог земной широты, отсчитывается от экватора Солнца). Зная, что радиус Солнца равен 696000 км, а период вращения на указанной широте равен $P = 27,2$ земных суток, найдите линейную скорость движения пятна. Ответ выразите в км/с, сплюснутостью Солнца пренебречь.

Ответ: принимается значение в интервале [1.48; 1.55]

Точное совпадение ответа — 8 баллов

Решение.

Аналогично решению Задания № 8.1.

Задание № 8.3

Условие:

На Солнце наблюдается пятно с гелиографической широтой $\varphi = 19^\circ$ (гелиографическая широта — аналог земной широты, отсчитывается от экватора Солнца). Зная, что радиус Солнца равен 696000 км, а период вращения на указанной широте равен $P = 24,7$ земных суток, найдите линейную скорость движения пятна. Ответ выразите в км/с, сплюснутостью Солнца пренебречь.

Ответ: принимается значение в интервале [1.9; 1.98]

Точное совпадение ответа — 8 баллов

Решение.

Аналогично решению Задания № 8.1.