

## Разбор заданий школьного этапа ВсОШ по астрономии для 5 класса

(группа № 2)

2021/22 учебный год

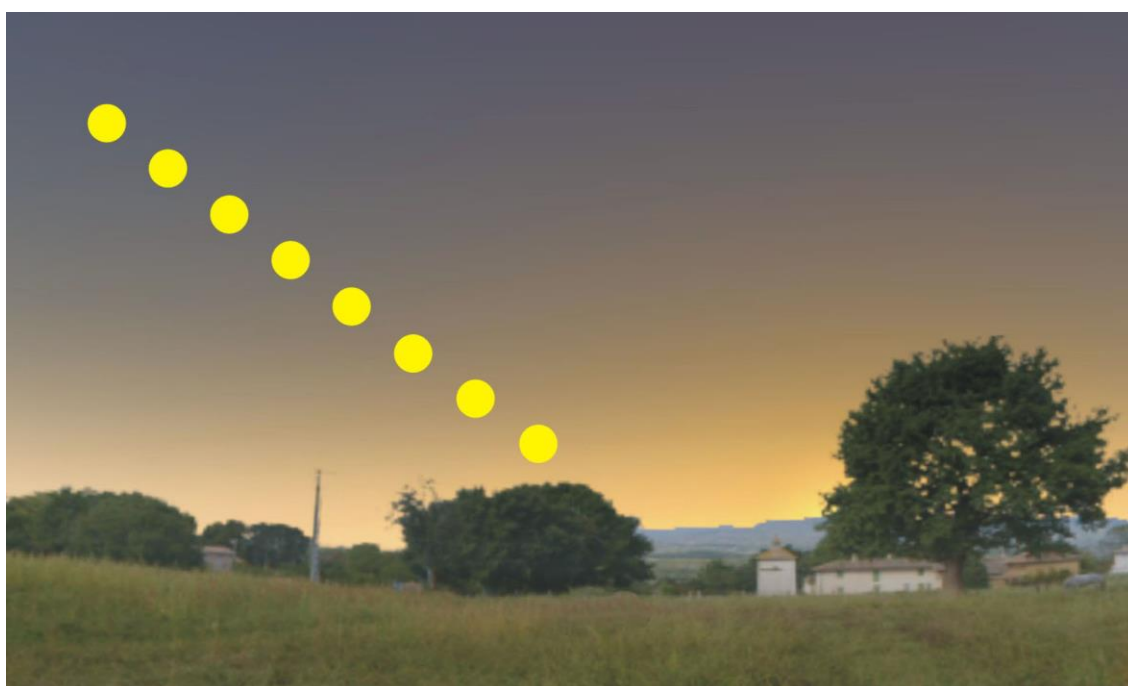
Максимальное количество баллов — 40

### Задание № 1

---

#### Условие:

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



Какое явление наблюдалось в это время?

#### Варианты ответов

- Закат Солнца
- Восход Солнца
- Невозможно выбрать

#### Ответ:

- Закат Солнца

Точное совпадение ответа — 2 балла

*Решение.*

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

## 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

---

**Общее условие:**

Известно, что среднее расстояние от Солнца до Венеры равно млн км, а от Солнца до Марса — 288 млн км. Считая орбиты всех планет круговыми, ответьте на вопросы.

Справочные данные: среднее расстояние от Земли до Солнца — 150 млн км.

**Условие:**

Какая из указанных планет может ближе подходить к Земле?

**Ответ:** Венера

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

Вычислите расстояние между Землей и планетой, которая ближе всего подходит к Земле, в момент максимального сближения. Ответ выразите в миллионах километров.

**Ответ:** принимается в интервале [43;45]

**Точное совпадение ответа — 4 балла**

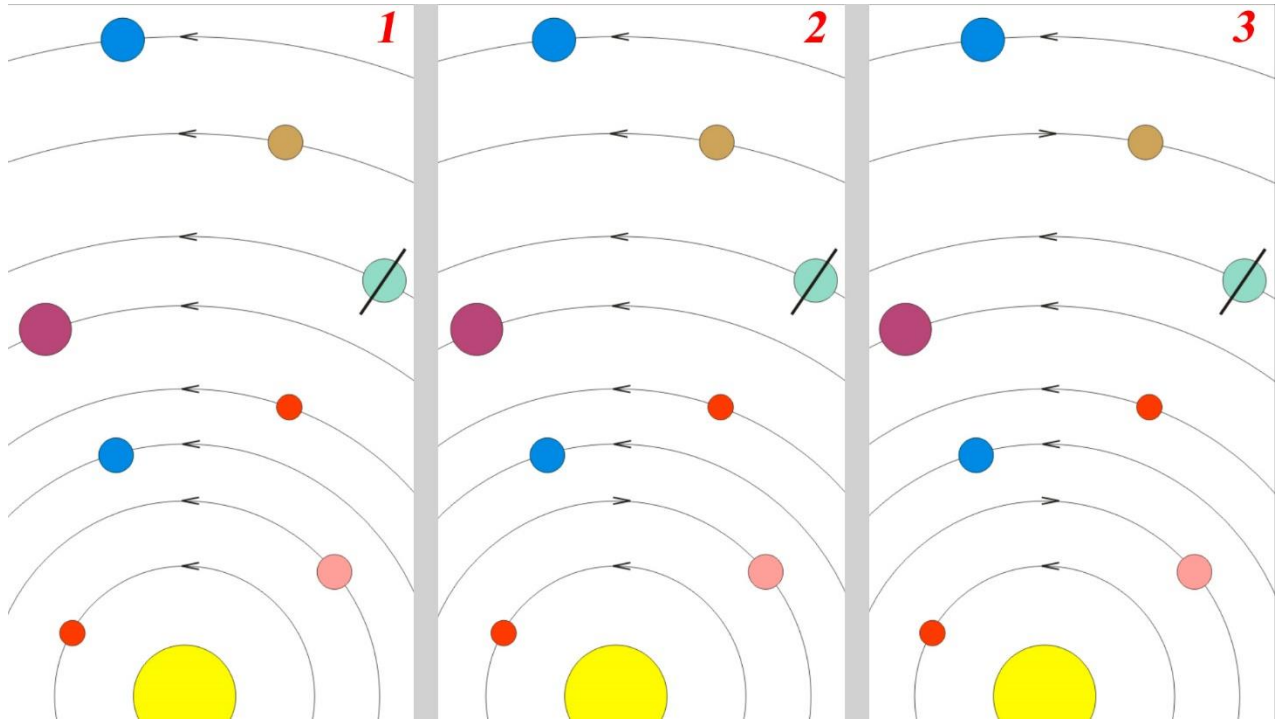
*Решение.*

Ближе будет подходить та планета, размер орбиты которой меньше отличается от размера земной орбиты (равного, как указано в справочных данных задачи, 150 млн км). Минимальное расстояние между Венерой и Землёй равно  $150 - 106 = 44$  млн км, а между Марсом и Землёй —  $228 - 150 = 78$  млн км. Правильный ответ — Венера.

## Задание № 4

### Общее условие:

На рисунках 1, 2 и 3 схематически представлены орбиты планет Солнечной системы. Стрелками показано направление орбитального вращения каждой из планет. Выберите верный вариант.



### Варианты ответов:

- Рисунок 1
- Рисунок 2
- Рисунок 3

### Ответ:

- Рисунок 1

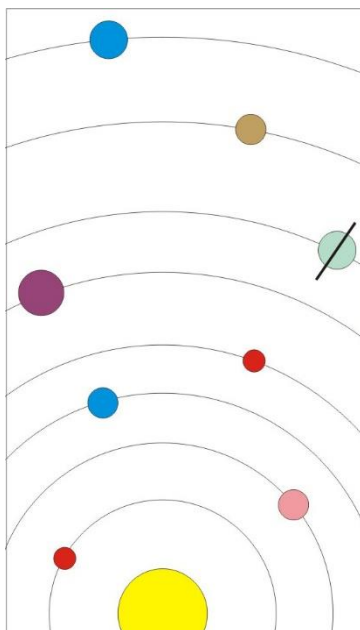
**Точное совпадение ответа — 3 балла**

### Решение.

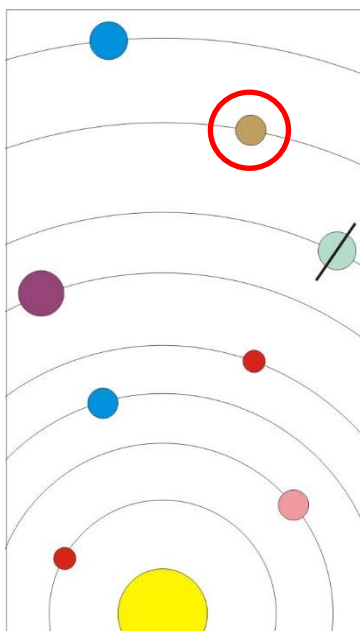
Известно, что все большие планеты Солнечной системы имеют одинаковое направление орбитального вращения. Поэтому верный рисунок — рисунок 1.

**Условие:**

На рисунке отметьте мышкой Уран.



**Ответ:** Седьмая планета от Солнца

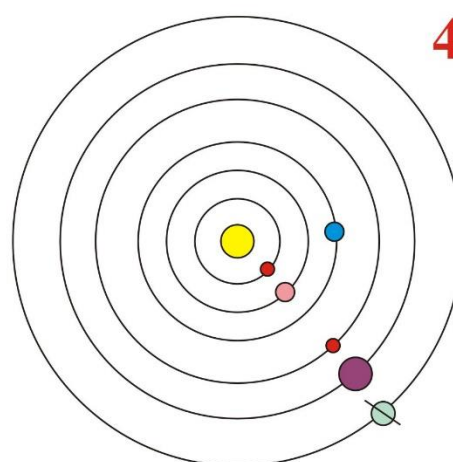
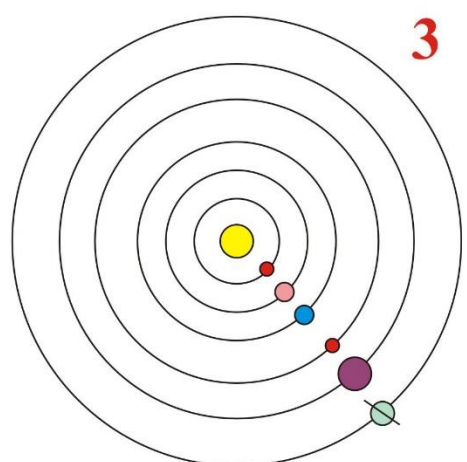
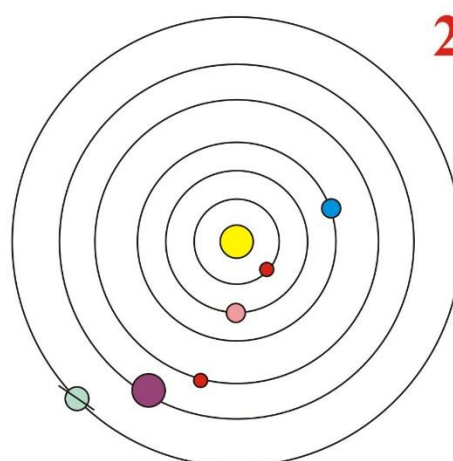
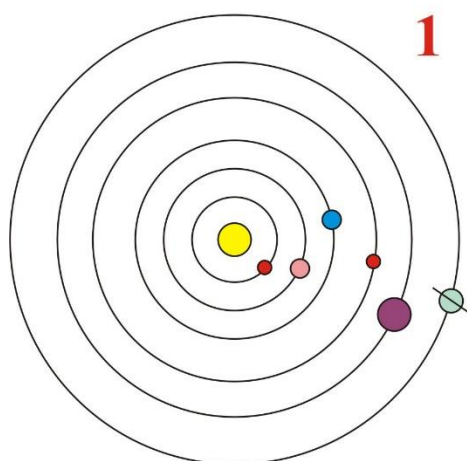


**Точное совпадение ответа — 2 балла**

## 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 2

Точное совпадение ответа — 5 баллов



*Решение.*

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 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 3 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 2 все 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:

Форма орбит всех планет Солнечной системы лишь в первом приближении похожа на окружность. На самом деле планеты движутся по вытянутым орбитам. При этом самая близкая к Солнцу точка орбиты называется перигелием, а самая удаленная — афелием. Отрезок между этими двумя точками называется большой осью орбиты (Солнце, как понятно из описания, лежит между концами отрезка), а его половина — большой полуосью орбиты. Для круговых орбит большая полуось равна радиусу орбиты. В таблице приведены значения расстояний от Солнца до четырех объектов Солнечной системы в наиболее близкой (перигелий) и наиболее далекой (афелий) точках орбиты.

Номер объекта	Расстояние до Солнца в перигелии орбиты	Расстояние до Солнца в афелии орбиты
1	75 млн км	121 млн км
2	50 млн км	200 млн км
3	400 млн км	400 млн км
4	100 млн км	180 млн км

Расставьте объекты в порядке возрастания больших полуосей их орбит.

В ответе запишите последовательность цифр, например, 3142.

**Ответ:** 1243

**Точное совпадение ответа — 6 баллов**

*Решение.*

Нам требуется расставить орбиты в порядке возрастания величины большой полуоси. Однако, порядок в списке не поменяется если сортировать по величине большой оси орбиты. Т.е. достаточно вычислить сумму расстояний в перигелии и афелии. В этом случае, получается четыре числа (в млн км): 196, 250, 800, 280. Теперь можно расставить орбиты в нужном порядке: 1-2-4-3.

## Задание № 6.2

---

### Условие:

Форма орбит всех планет Солнечной системы лишь в первом приближении похожа на окружность. На самом деле планеты движутся по вытянутым орбитам. При этом самая близкая к Солнцу точка орбиты называется перигелием, а самая удаленная — афелием. Отрезок между этими двумя точками называется большой осью орбиты (Солнце, как понятно из описания, лежит между концами отрезка), а его половина — большой полуосью орбиты. Для круговых орбит большая полуось равна радиусу орбиты. В таблице приведены значения расстояний от Солнца до четырех объектов Солнечной системы в наиболее близкой (перигелий) и наиболее далекой (афелий) точках орбиты.

Номер объекта	Расстояние до Солнца в перигелии орбиты	Расстояние до Солнца в афелии орбиты
1	23 млн км	180 млн км
2	135 млн км	200 млн км
3	145 млн км	195 млн км
4	300 млн км	300 млн км

Расставьте объекты в порядке возрастания больших полуосей их орбит.

В ответе запишите последовательность цифр, например, 3142.

**Ответ:** 1234

**Точное совпадение ответа — 6 баллов**

*Решение.*

Аналогично решению в задании № 6.1.

### Задание № 6.3

---

**Условие:**

Форма орбит всех планет Солнечной системы лишь в первом приближении похожа на окружность. На самом деле планеты движутся по вытянутым орбитам. При этом самая близкая к Солнцу точка орбиты называется перигелием, а самая удаленная — афелием. Отрезок между этими двумя точками называется большой осью орбиты (Солнце, как понятно из описания, лежит между концами отрезка), а его половина — большой полуосью орбиты. Для круговых орбит большая полуось равна радиусу орбиты. В таблице приведены значения расстояний от Солнца до четырех объектов Солнечной системы в наиболее близкой (перигелий) и наиболее далекой (афелий) точках орбиты.

Номер объекта	Расстояние до Солнца в перигелии орбиты	Расстояние до Солнца в афелии орбиты
1	715 млн км	885 млн км
2	650 млн км	700 млн км
3	80 млн км	1200 млн км
4	700 млн км	700 млн км

Расставьте объекты в порядке возрастания больших полуосей их орбит.

В ответе запишите последовательность цифр, например, 3142.

**Ответ:** 3241

**Точное совпадение ответа — 6 баллов**

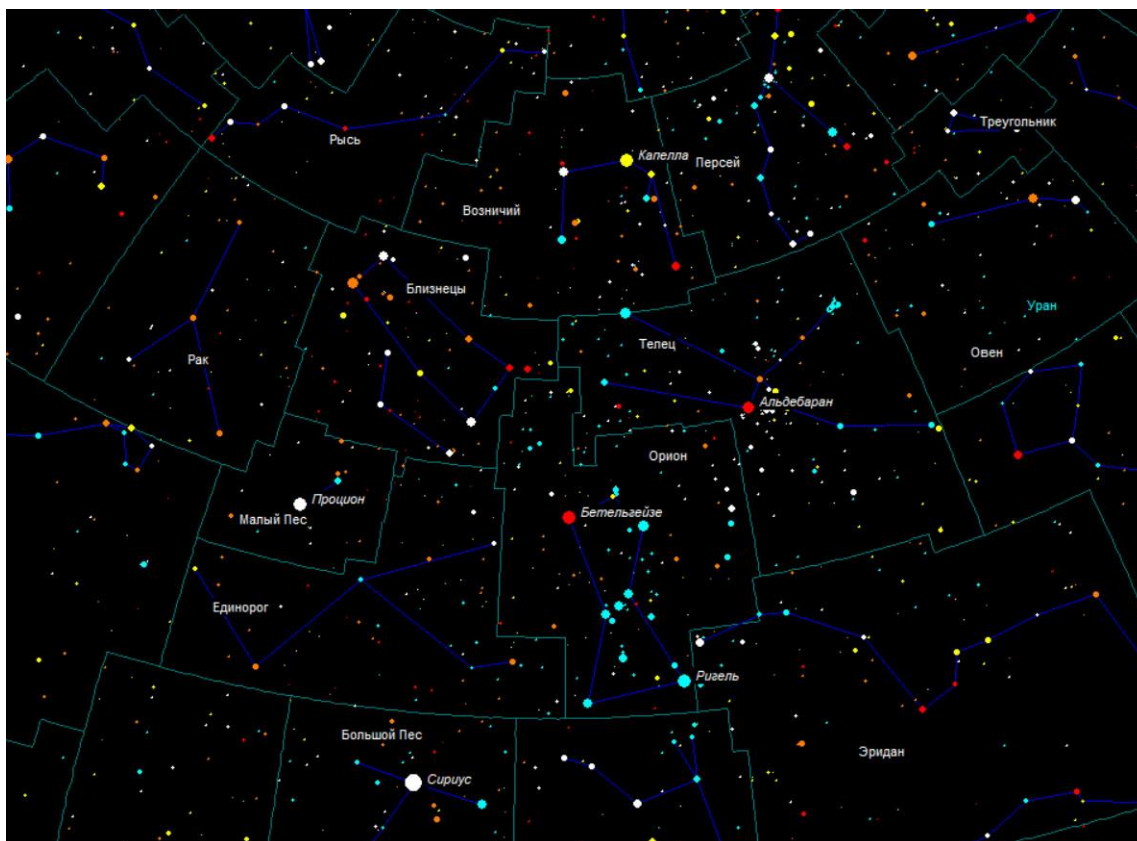
*Решение.*

Аналогично решению в задании № 6.1.

## Задание № 7

### Общее условие:

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



**Условие:**

Сравнив рисунок с фрагментом звездной карты, назовите созвездие, в котором находятся эти планеты.

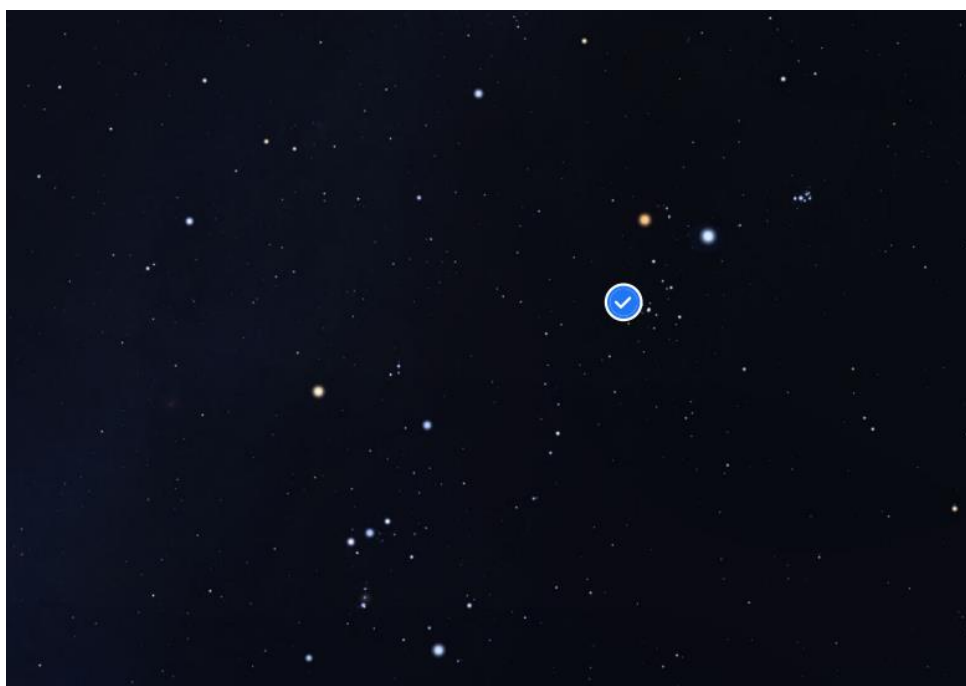
**Ответ:** Телец

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

Сравнив рисунок с фрагментом звездной карты, найдите главную (самую яркую) звезду созвездия, в котором находятся планеты, и укажите на нее мышкой.

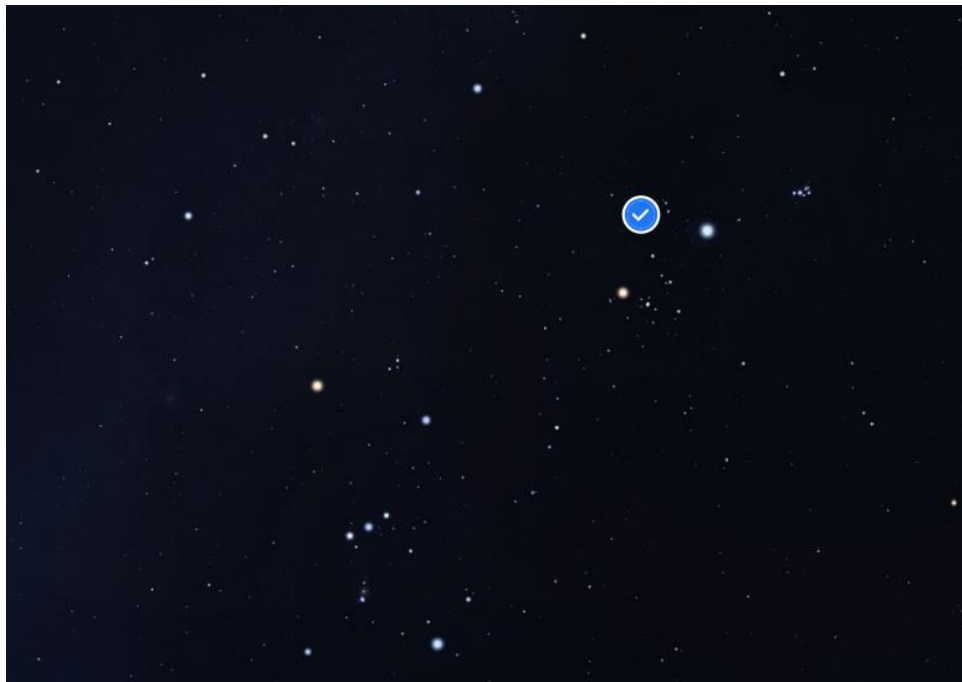
**Ответ:**



**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

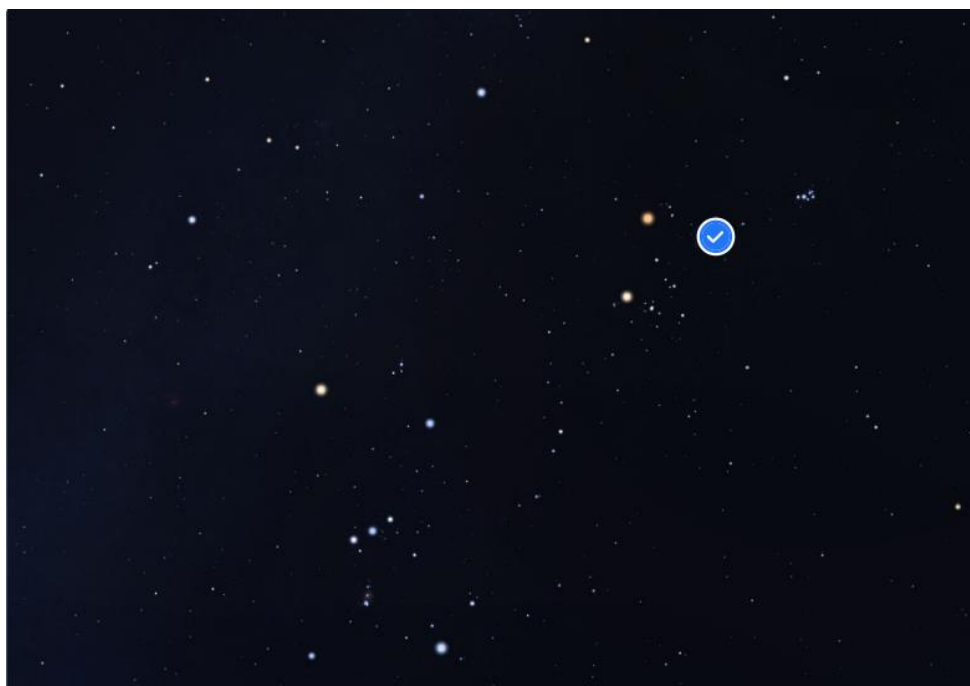
Сравнив рисунок с фрагментом звездной карты, найдите на рисунке Марс и кликните на него мышкой.



**Точное совпадение ответа — 1 балл**

**Условие:**

Сравнив рисунок с фрагментом звездной карты, найдите на рисунке Юпитер и кликните на него мышкой.



**Точное совпадение ответа — 1 балл**

## Задание № 8

---

**Общее условие:**

Известно, что лунный месяц (период смены лунных фаз) длится 29 суток и 12 часов.

**Условие:**

Сколько минут проходит между двумя последовательными полнолуниями?

**Ответ:** принимается в интервале [42400;42550]

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

*Решение.*

Между полнолуниями проходит  $29,5 \cdot 24 \cdot 60 = 42480$  минут.

**Условие:**

Сколько минут проходит между последовательными полнолунием и новолунием?

**Ответ:** принимается в интервале [21200;21300]

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

*Решение.*

Между полнолунием и новолунием проходит  $29,5 \cdot 24 \cdot 60 / 2 = 21240$  минут.



## Разбор заданий школьного этапа ВсОШ по астрономии для 6-7 класса

(группа № 2)

2021/22 учебный год

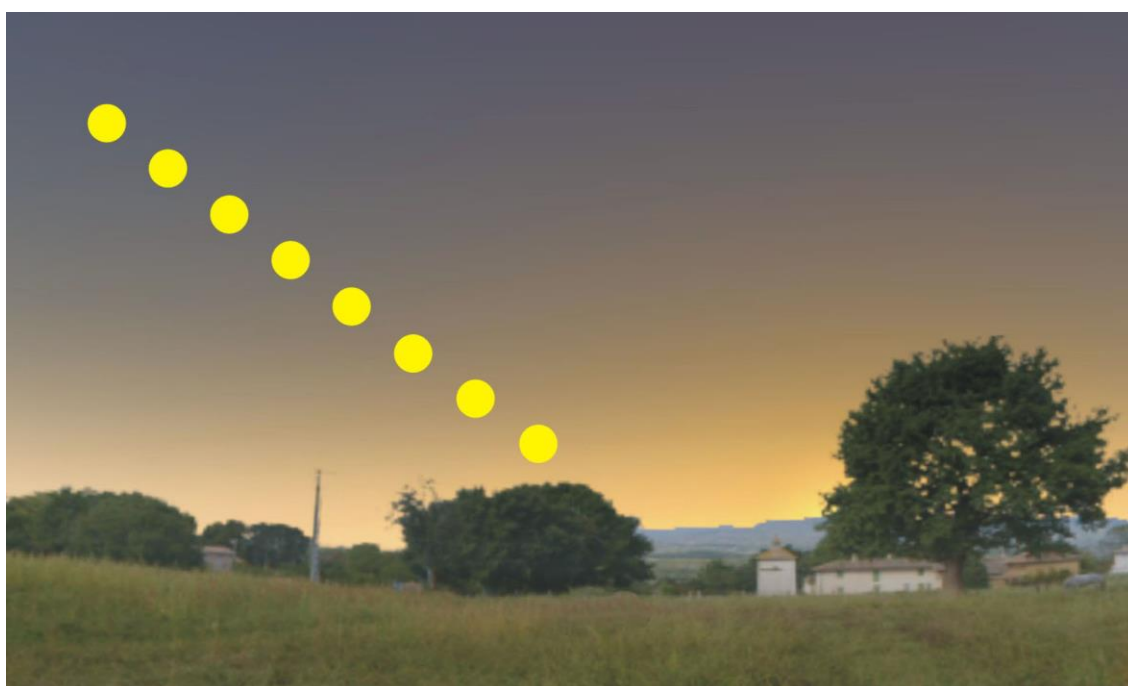
Максимальное количество баллов — 41

### 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 — 2 балла

*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

**Ответ:**

- Запад

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

*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).

## 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**

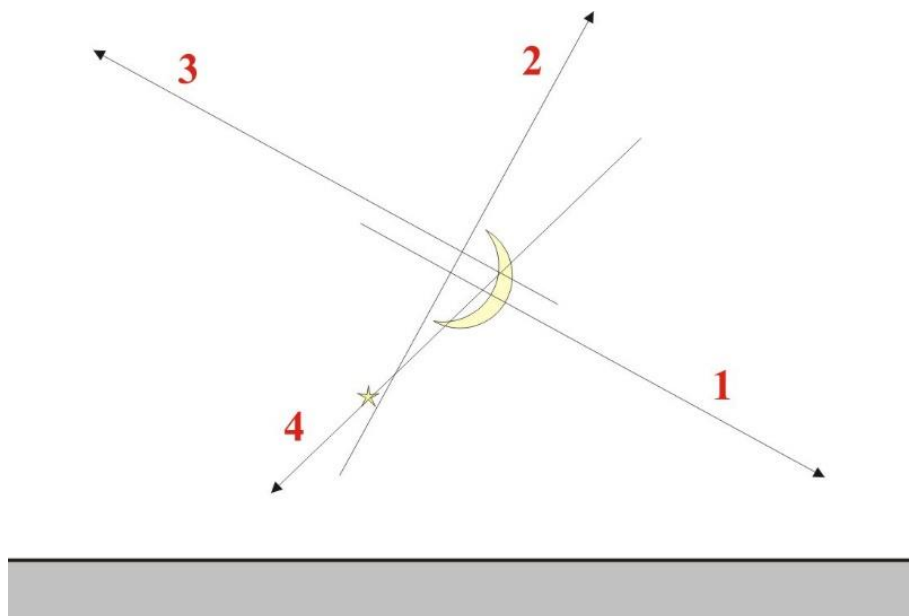
*Решение.*

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

#### Условие:

Как-то раз невысоко над горизонтом наблюдались Луна и Венера (на рисунке показана звездочкой). Выберите верное направление на Солнце в этот момент



**Ответ:** 1

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

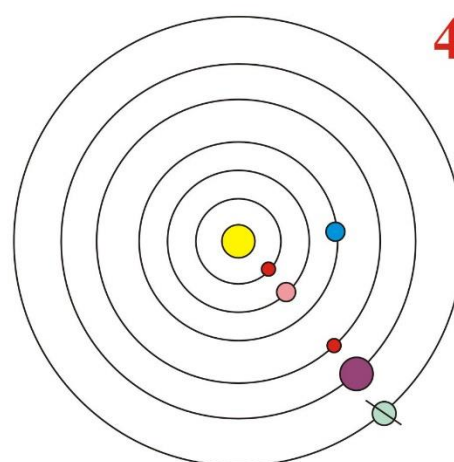
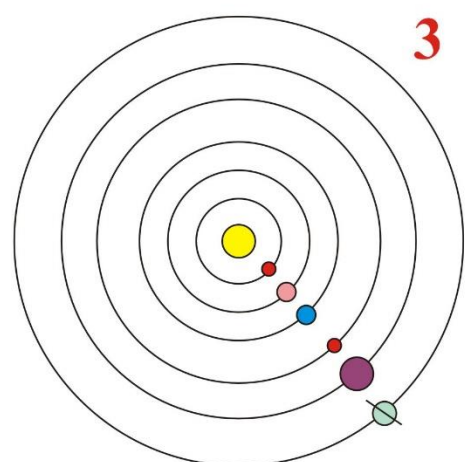
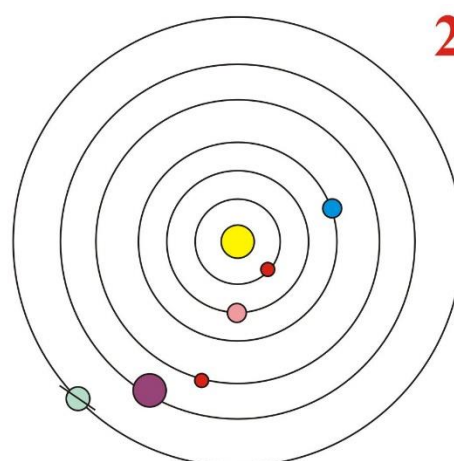
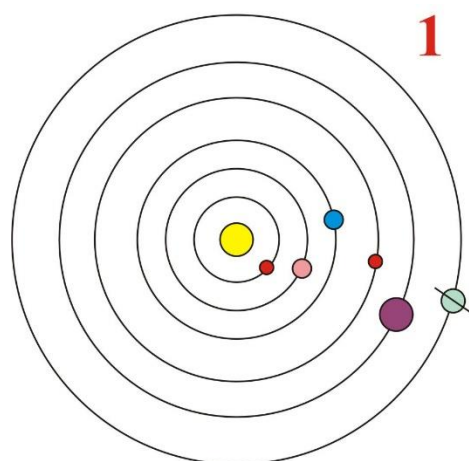
*Решение.*

Направление на Солнце можно определить по положению освещённой части Луны относительно горизонта. Положение Венеры в данном случае (когда она находится на небе так близко к Луне) роли не играет и помочь в определении направления не может.

## Задание № 4

### 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 2

Точное совпадение ответа — 5 баллов

*Решение.*

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 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 3 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 2 все планеты будут располагаться для земного наблюдателя в одной области неба — недалеко от Солнца (наблюдать их все можно будет после его захода).

## Задание № 5.1

---

### Условие:

На Земле 26 июня наблюдалось частное лунное затмение. На какое число попадает ближайшее к этой дате новолуние?

### Варианты ответов

- 27 мая
- 12 июня
- 26 июня
- 14 июля
- 25 июля

### Ответ:

- 12 июня

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

### *Решение.*

Лунные затмения происходят во время полнолуний. Длительность лунного месяца (период смены фаз) 29.5 суток. Значит ближайшее новолуние попадает на дату, отстоящую от 26 июня на половину этой величины. Под это условие из представленных дат подходит 12 июня.



## Задание № 5.2

---

### Условие:

На Земле 16 июня наблюдалось частное лунное затмение. На какое число попадает ближайшее к этой дате новолуние?

### Варианты ответов

- 17 мая
- 15 июля
- 16 июня
- 2 июня
- 4 июля

### Ответ:

- 2 июня

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

*Решение.*

Аналогично решению Задания № 5.1.

### Задание № 5.3

---

**Условие:**

На Земле 6 июня наблюдалось частное лунное затмение. На какое число попадает ближайшее к этой дате новолуние?

**Варианты ответов**

- 7 мая
- 5 июля
- 6 июня
- 22 мая
- 27 июня

**Ответ:**

- 22 мая

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

*Решение.*

Аналогично решению Задания № 5.1.

## Задание № 5.4

---

### Условие:

На Земле 21 июня наблюдалось частное лунное затмение. На какое число попадает ближайшее к этой дате новолуние?

### Варианты ответов

- 22 мая
- 20 июля
- 21 июня
- 7 июня
- 9 июля

### Ответ:

- 7 июня

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

*Решение.*

Аналогично решению Задания № 5.1.

## Задание № 6

---

### Общее условие:

Форма орбит всех планет Солнечной системы лишь в первом приближении похожа на окружность. На самом деле планеты движутся по вытянутым орбитам. При этом самая близкая к Солнцу точка орбиты называется перигелием, а самая удаленная — афелием. Отрезок между этими двумя точками называется большой осью орбиты (Солнце, как понятно из описания, лежит между концами отрезка), а его половина — большой полуосью орбиты. Для круговых орбит большая полуось равна радиусу орбиты.

В таблице приведены значения расстояний от Солнца до пяти объектов Солнечной системы в наиболее близкой (перигелий) и наиболее далекой (афелий) точках орбиты. Однако при составлении таблицы было допущено несколько ошибок — для части объектов перепутаны расстояния в афелии и перигелии.

Номер объекта	Расстояние до Солнца в перигелии орбиты	Расстояние до Солнца в афелии орбиты
1	75 млн км	0,87 а.е.
2	80 млн км	0,3 а.е.
3	450 млн км	3 а.е.
4	180 млн км	1,13 а.е.
5	40 млн км	5,3 а.е.

### Условие:

Исправьте ошибки и расставьте номера объектов в порядке возрастания расстояния в перигелии.

В ответе запишите последовательность цифр, например, 25341.

**Ответ:** 52143

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

### Решение.

Для начала переведём все числовые значения в одни единицы измерения, например, в километры. Для этого надо знать, что 1 а.е. = 150 млн км. После этого, нам сразу станет видно, что значения расстояний в афелии и перигелии для объектов 2 и 4 перепутаны.

Учитывая эти ошибки, можно расставить объекты в нужном порядке по перигелийному расстоянию: 5-2-1-4-3.

**Условие:**

Исправив ошибки, вычислите величины больших полуосей и расставьте номера объектов в порядке возрастания этой величины.

В ответе запишите последовательность цифр, например, 25341.

**Ответ:** 21453

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

*Решение.*

Нам требуется расставить орбиты в порядке возрастания величины большой полуоси. Однако, порядок в списке не поменяется если сортировать по величине большой оси орбиты. Т.е. достаточно вычислить сумму расстояний в перигелии и афелии: 2-1-4-5-3.

## Задание № 7

---

### 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:

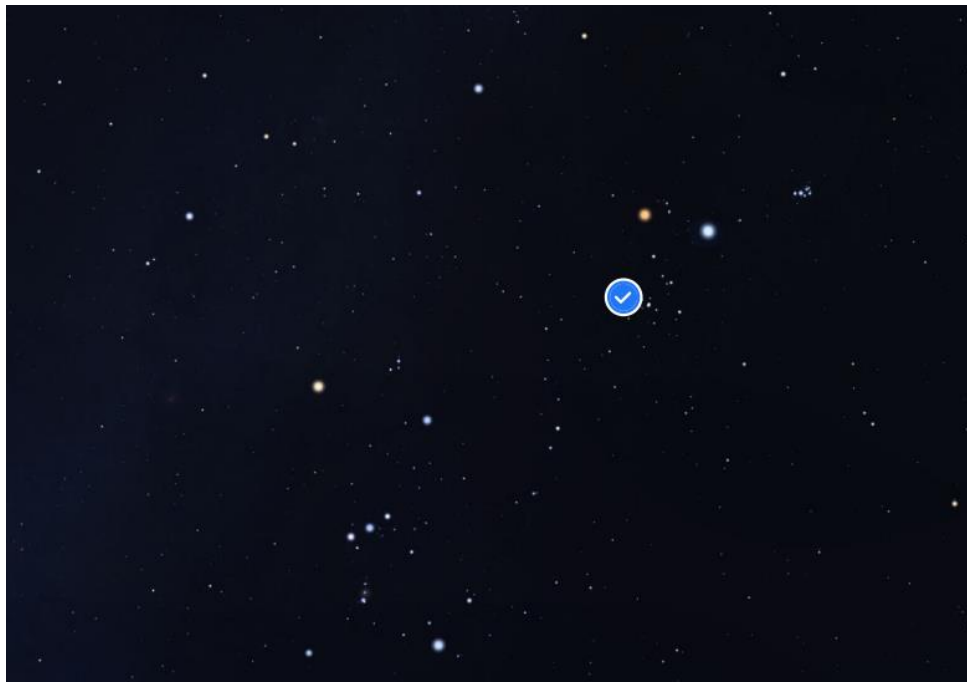
Как называется главная (самая яркая) звезда созвездия, в котором находятся эти планеты?

**Ответ:** Альдебаран

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

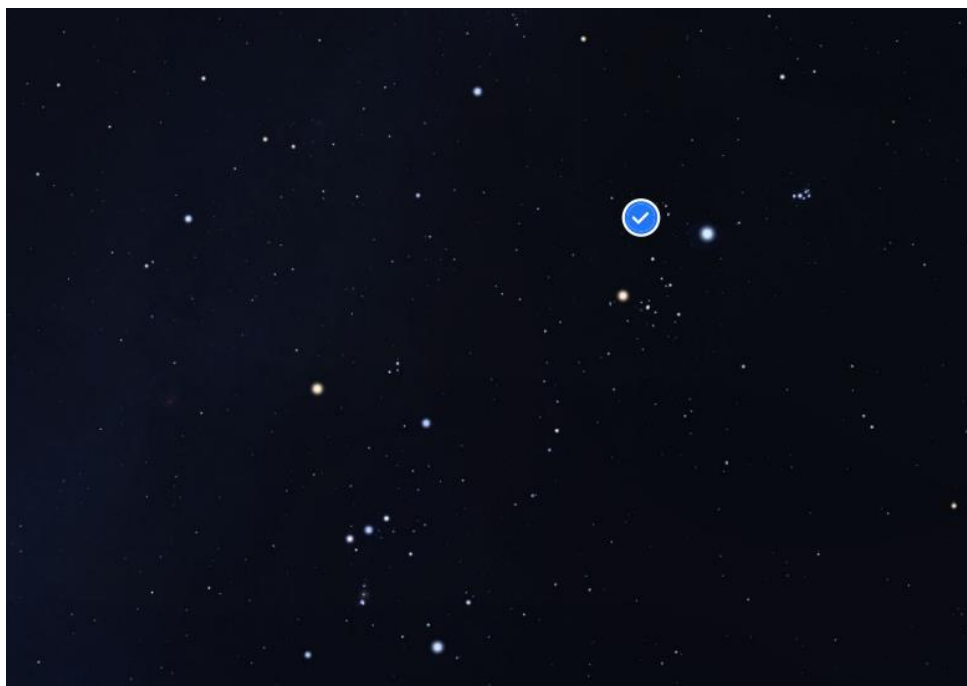
Укажите мышкой на главную (самую яркую) звезду созвездия, в котором находятся эти планеты.



**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

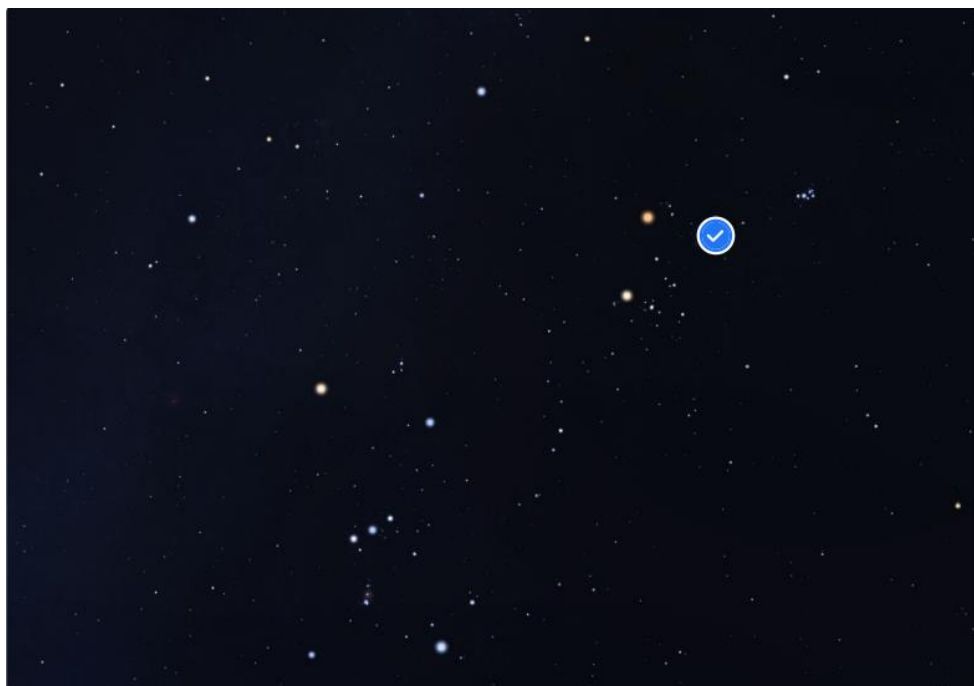
Найдите на рисунке Марс и кликните на него мышкой.



**Точное совпадение ответа — 1 балл**

**Условие:**

Найдите на рисунке Юпитер и кликните на него мышкой.



**Точное совпадение ответа — 1 балл**



## Задание № 8

---

### Общее условие:

Известно, что лунный месяц (период смены лунных фаз) длится суток. Сколько часов проходит между двумя последовательными полнолуниями?

**Ответ:** принимается в интервале [700;710]

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

*Решение.*

Между полнолуниями проходит  $29,5 \cdot 24 = 708$  часов.

### Условие:

На обсерватории поставили камеру наблюдения за состоянием неба. Камера круглосуточно записывает кадры, фиксирующие наличие или отсутствие облаков на небе. На получение одного кадра требуется 10 секунд. Между кадрами делается пауза в 1 минуту, и цикл повторяется. Данные записываются на флеш-карту объёмом 64 Гб (1 Гб = 1024 Мб, 1 Мб = 1024 кб), а средний размер файла 800 кб.

Каково **максимальное** число полнолуний, которые можно будет обнаружить потом на записях этой камеры после заполнения флешки?

**Ответ:** 3

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

### Условие:

Каково **минимальное** число полнолуний, которые можно будет обнаружить потом на записях этой камеры после заполнения флешки?

**Ответ:** 2

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

*Решение.*

Найдём, сколько файлов с камеры помещается на флешке:  $N = 64 \cdot 1024 \cdot 1024 / 800 = 83886$  шт. Найдём, сколько файлов будет получено за 29,5 суток (продолжительность лунного месяца) при частоте получения снимков 1 кадр в 70 сек:  $N_M = 29,5 \cdot 24 \cdot 3600 / (10 +$

60) = 36411 шт. Таким образом, на флешку помещаются кадры, полученные в течение  $83866/36411 \approx 2,3$  лунных месяцев. Это значит, что максимальное число полнолуний, которые можно наблюдать с этой камерой равно 3, а минимальное — 2.

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

(группа № 2)

2021/22 учебный год

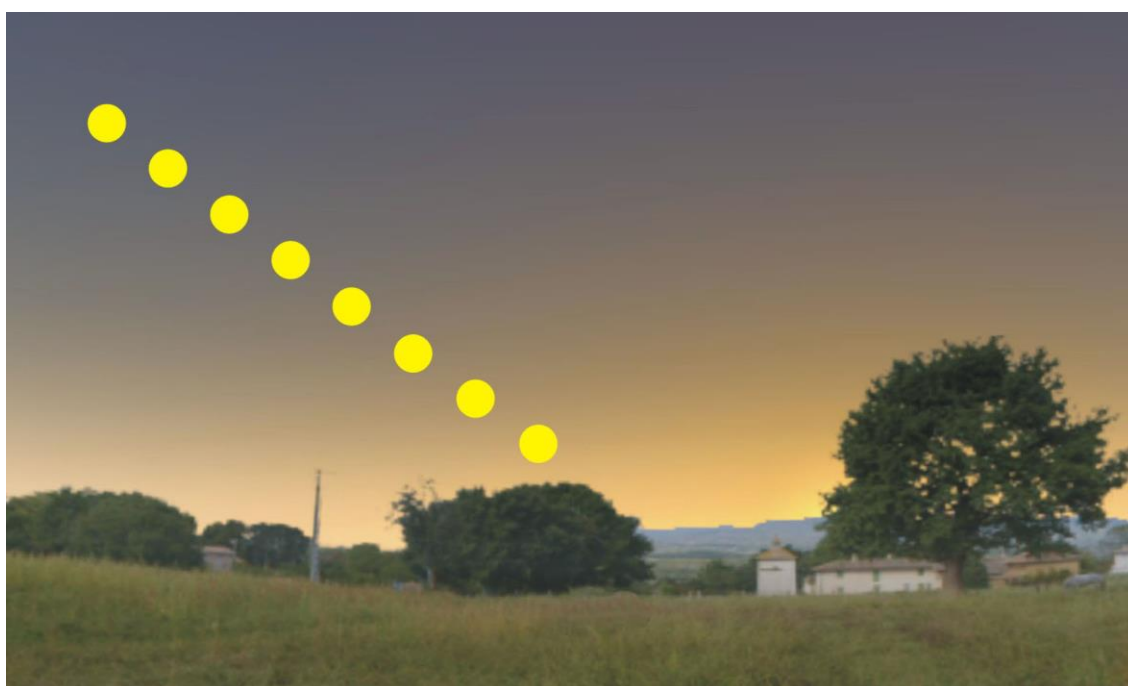
Максимальное количество баллов — 52

### 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 —  $0.5^\circ$ . Это значит, что угловое расстояние между первым и последним положением Солнца на рисунке равно  $7^\circ$ . 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 полнолунию?

**Варианты ответов:**

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

**Ответ:**

- 28 апреля

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

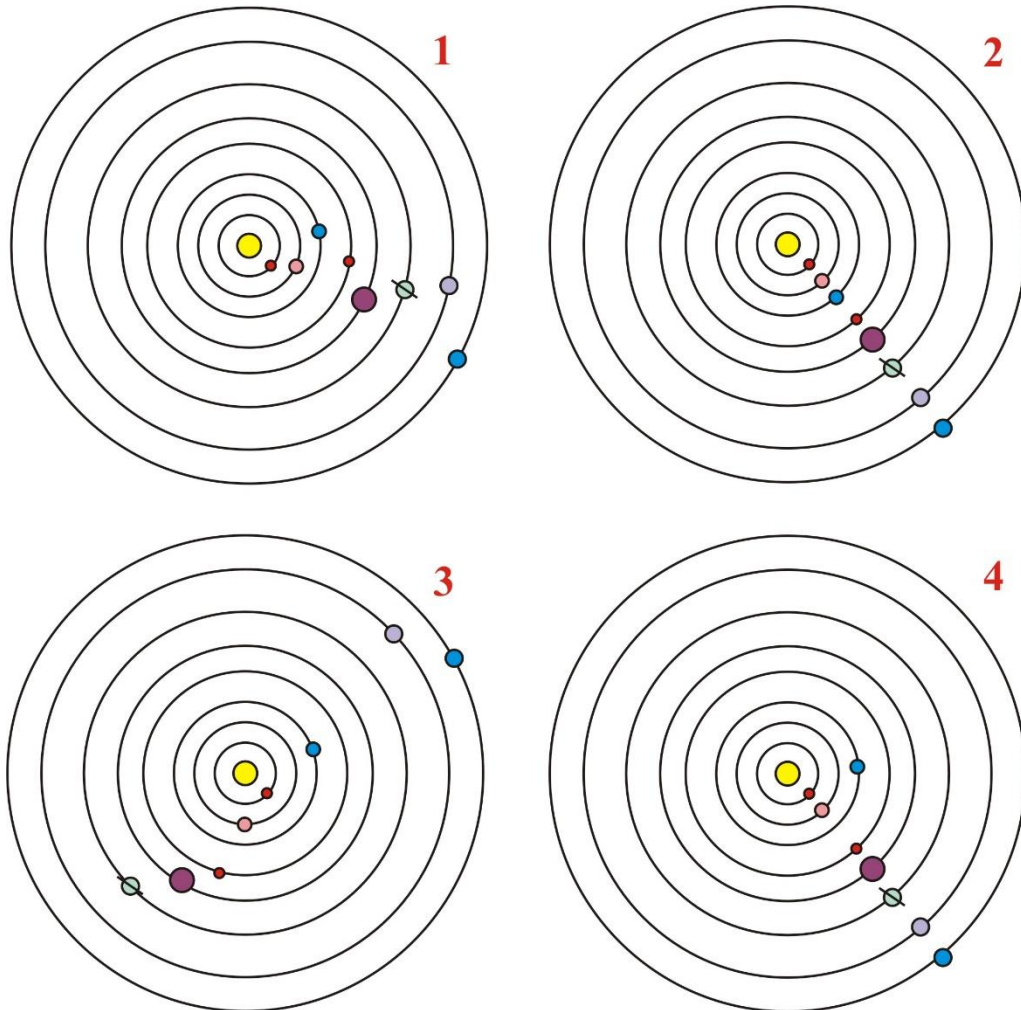
*Решение.*

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?

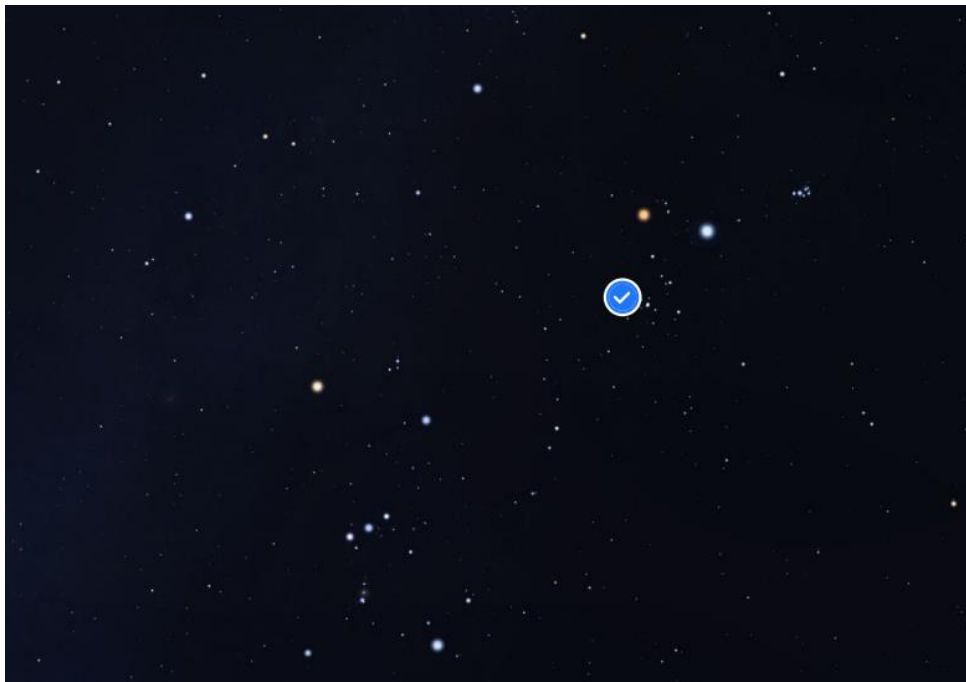
**Ответ:** Альдебаран

**Точное совпадение ответа — 2 балла**



**Условие:**

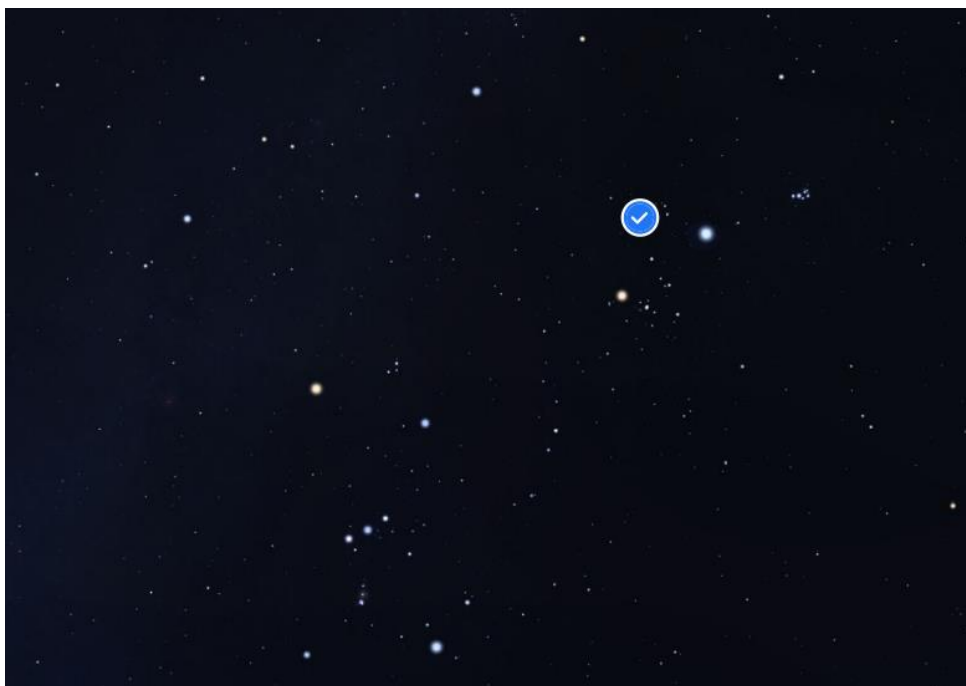
Укажите мышкой на главную (самую яркую) звезду созвездия, в котором находятся эти планеты.



**Точное совпадение ответа — 1 балл**

**Условие:**

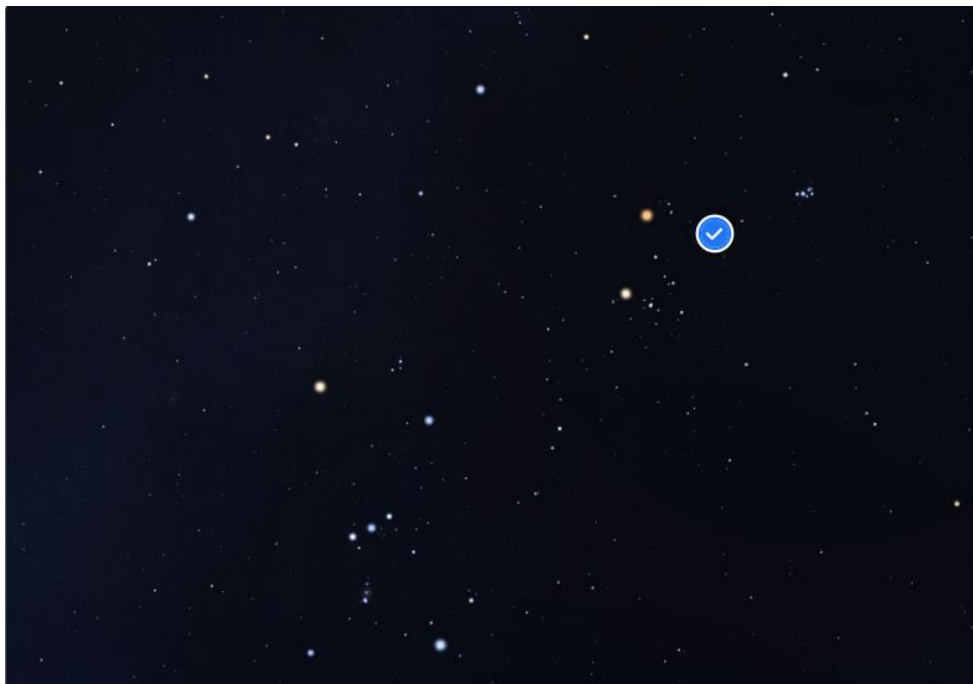
Найдите на рисунке Марс и кликните на него мышкой.



**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  $3^\circ$ , 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  $58^\circ$  — это...

### Варианты ответа:

- Верхняя кульминация звезды
- Нижняя кульминация звезды
- Нельзя выбрать

### Ответ:

- Нельзя выбрать

### Условие:

Звезда №2, высота  $55^\circ$  — это...

### Варианты ответа:

- Верхняя кульминация звезды
- Нижняя кульминация звезды
- Нельзя выбрать

### Ответ:

- Нельзя выбрать

### Условие:

Звезда №3, высота  $32^\circ$  — это...

### Варианты ответа:

- Верхняя кульминация звезды
- Нижняя кульминация звезды
- Нельзя выбрать

### Ответ:

- Нельзя выбрать

**Условие:**

Звезда №4, высота  $90^\circ$  — 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  $90^\circ$ ), 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/м<sup>3</sup>. 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/м<sup>3</sup>. 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/м<sup>3</sup>. 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/м<sup>3</sup>. 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.

## Разбор заданий школьного этапа ВсОШ по астрономии для 10 класса

(группа № 2)

2021/22 учебный год

Максимальное количество баллов — 49

### Задание № 1

---

#### Общее условие:

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



#### 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:**

- Северо-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. Судя по зарисовке, Солнце явно вышло из-под горизонта, а небольшой угол движения указывает на относительно высокие широты. Дата 21 июня соответствует дню летнего солнцестояния. Это значит, что Солнце в Северном полушарии (по условию зарисовка сделана в России) больше половины суток проводит над горизонтом. Суточная параллель Солнца делится точками восхода и захода на неравные части, причём над горизонтом находится большая часть суточного пути Солнца. Это значит, что Солнце восходит в северо-восточной части горизонта и заходит в северо-западной части.

**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 [0.36; 0.46]

**Точное совпадение ответа — 4 балла**

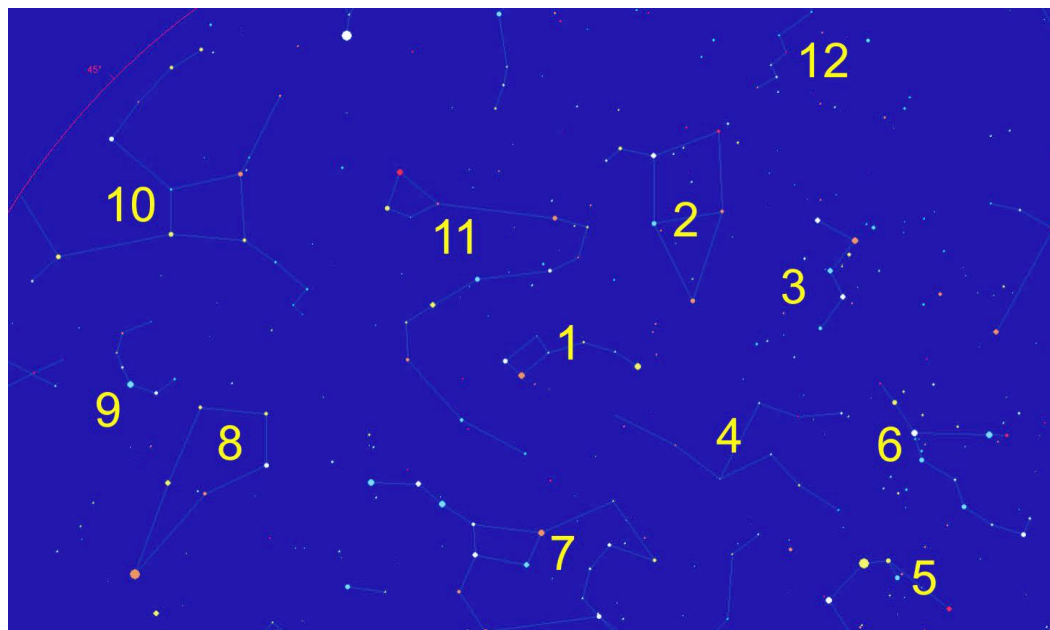
*Решение.*

Как видно из рисунка, между каждым из нарисованных дисков Солнца можно разместить ещё по одному диску. Угловые размеры диска Солнца хорошо известны —  $0,5^{\circ}$ . Это значит, что угловое расстояние между первым и последним положением Солнца на рисунке равно  $6^{\circ}$ . Зная угловую скорость движения Солнца, можно вычислить время, прошедшее между зарисовками:  $6 / 15 = 0,4$  ч.

## Задание № 2

### Условие:

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



А. Малая Медведица	1
Б. Большая Медведица	2
В. Цефей	3
Г. Персей	4
Д. Волопас	5
Е. Северная Корона	6
Ж. Геркулес	7
З. Кассиопея	8
	9
	10
	11
	12

### Ответ:

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

Каждое верное соотнесение — 1 балл.

**Максимальный балл за задание — 8**

### Задание № 3

#### Условие

Солнечной постоянной называют количество энергии, падающей на поверхность площадью  $S=1 \text{ м}^2$ , расположенную перпендикулярно направлению на Солнце. Измеряют эту величину за пределами земной атмосферы. Для Земли солнечная постоянная равна  $1380 \text{ Вт/м}^2$ . Чему равна солнечная постоянная на орбите Нептуна в этих же единицах? Данные о планетах приведены в таблице, орбиты планет считать круговыми.

Планета	Масса, кг	Радиус, км	Большая полуось орбиты, млн км	Орбитальный период, сутки	Период осевого вращения, ч	Наклон орбиты, °
Земля	$6 \cdot 10^{24}$	6 400	149,6	365,26	23,934	0
Нептун	$10^{26}$	24 700	4 504,3	60 189	16,11	1,77

**Ответ:** принимается в интервале [1,49;1,55]

**Точное совпадение ответа — 8 баллов**

*Решение.*

Известно, что падение освещённости  $E$  с увеличением расстояния  $R$  от источника света происходит по закону  $E \sim \frac{1}{R^2}$ . Расстояние от Солнца до Нептуна в  $\left(\frac{4504,3}{149,6}\right) = 30,11 \approx 30$  раз больше, чем от Солнца до Земли. Значит освещённость (и солнечная постоянная) на орбите Нептуна примерно в 900 раз меньше и равна  $\frac{1380}{900} \approx 1,5 \text{ Вт/м}^2$ . Допускаются отклонения от ответа, связанные с округлением.

### Задание № 4.1.

---

**Условие:**

26 июня на Земле наблюдалось частное солнечное затмение. На какое число попадает ближайшее к этой дате новолуние?

**Варианты ответов:**

- 27 мая
- 12 июня
- 26 июня
- 10 июля
- 27 июля

**Ответ:**

- 26 июня

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

*Решение.*

Солнечные затмения наблюдаются во время новолуний. Значит, ближайшее новолуние попадает на 26 июня — дату затмения.

### Задание № 4.2.

---

**Условие:**

21 июня на Земле наблюдалось частное солнечное затмение. На какое число попадает ближайшее к этой дате новолуние?

**Варианты ответов:**

- 22 мая
- 17 июня
- 21 июня
- 7 июля
- 22 июля

**Ответ:**

- 21 июня

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

*Решение.*

Аналогично решению Задания № 4.1.



### Задание № 4.3.

---

**Условие:**

26 апреля на Земле наблюдалось частное солнечное затмение. На какое число попадает ближайшее к этой дате новолуние?

**Варианты ответов:**

- 28 марта
- 26 апреля
- 12 мая
- 25 мая
- 10 июня

**Ответ:**

- 26 апреля

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

*Решение.*

Аналогично решению Задания № 4.1.

#### Задание № 4.4.

---

**Условие:**

18 июня на Земле наблюдалось частное солнечное затмение. На какое число попадает ближайшее к этой дате новолуние?

**Варианты ответов:**

- 19 мая
- 3 июня
- 18 июня
- 1 июля
- 19 июля

**Ответ:**

- 18 июня

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

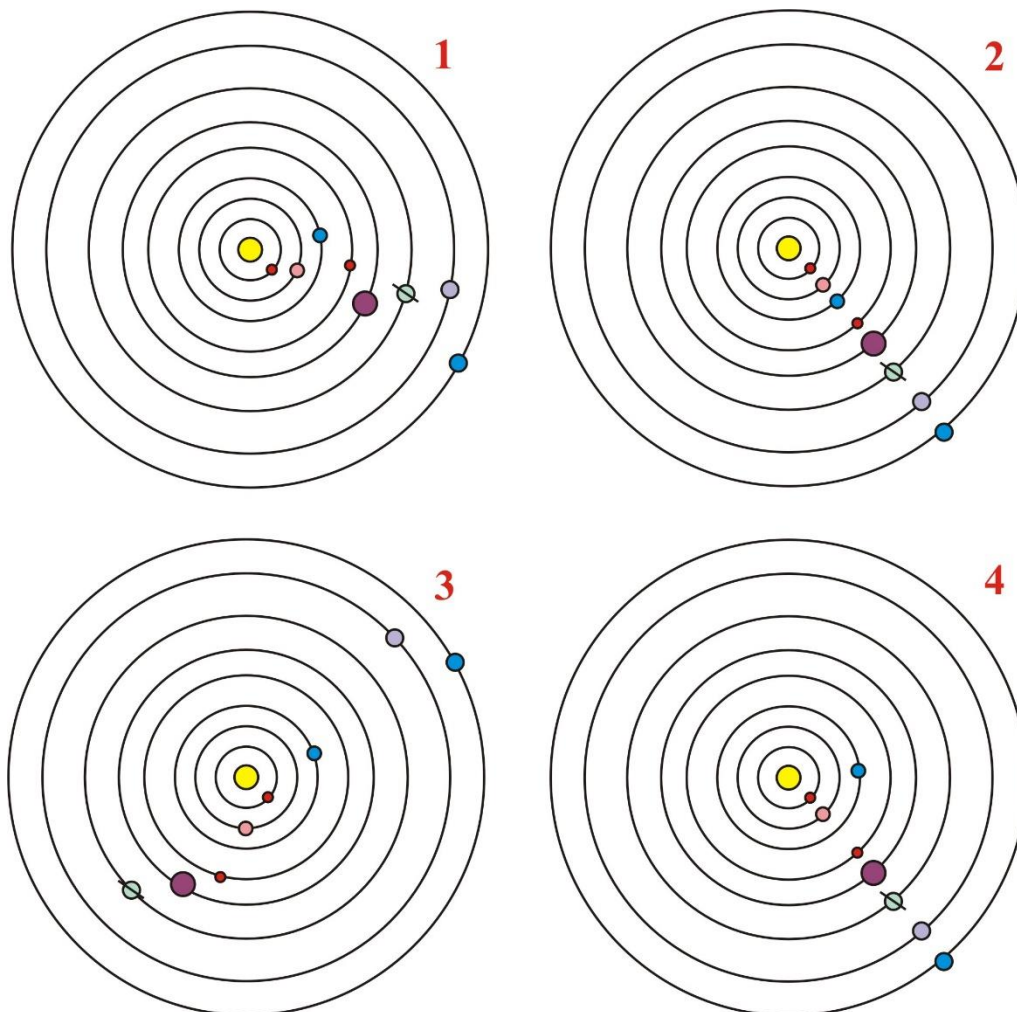
*Решение.*

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 № 6.1.

**Условие:**

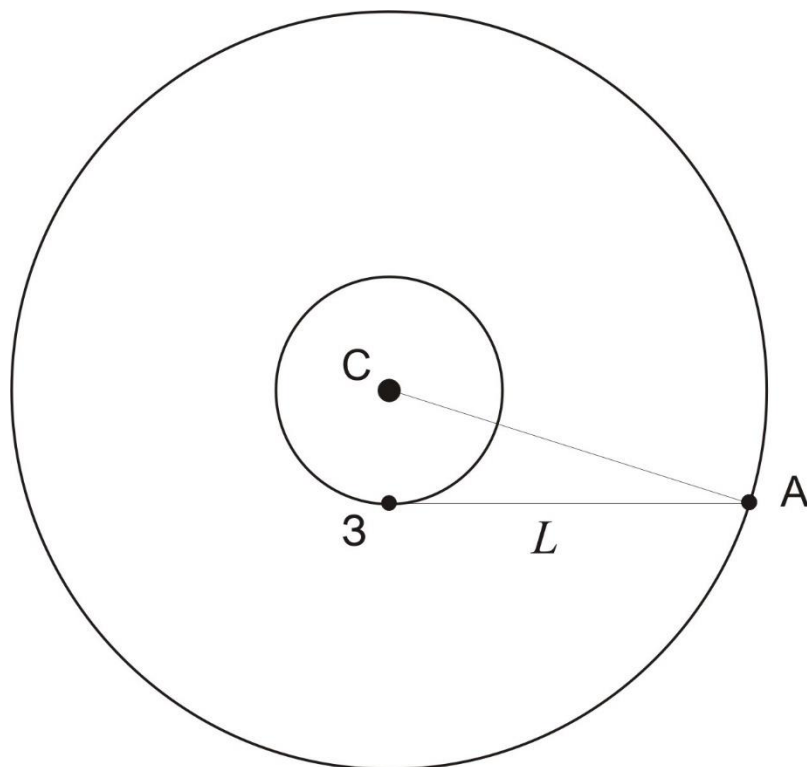
Чему равно расстояние до астероида, наблюдающегося с Земли в квадратуре, если он имеет круговую орбиту с большой полуосью  $a = 5$  а.е.? Ответ округлите до десятых и приведите его в астрономических единицах.

**Ответ:** принимается в интервале [4.89; 4.9]

**Точное совпадение ответа — 8 баллов**

*Решение.*

Для указанной конфигурации можно нарисовать прямоугольный треугольник с вершинами в Солнце, Земле и астероиде и прямым углом при Земле. Тогда катет СЗ равен 1 а.е., а гипотенуза СА равна 5 а.е. Из теоремы Пифагора легко найти второй катет — искомое расстояние:  $L = \sqrt{5^2 - 1^2} \approx 4,9$ .



### Задание № 6.2.

---

**Условие:**

Чему равно расстояние до астероида, наблюдающегося с Земли в квадратуре, если он имеет круговую орбиту с большой полуосью  $a = 4,5$  а.е.? Ответ округлите до десятых и приведите его в астрономических единицах.

**Ответ:** принимается в интервале [4.38; 4.4]

**Точное совпадение ответа — 8 баллов**

*Решение.*

Аналогично решению Задания № 6.1.

### Задание № 6.3.

---

**Условие:**

Чему равно расстояние до астероида, наблюдающегося с Земли в квадратуре, если он имеет круговую орбиту с большой полуосью  $a = 4,7$  а.е.? Ответ округлите до десятых и приведите его в астрономических единицах.

**Ответ:** принимается в интервале [4.59; 4.6]

**Точное совпадение ответа — 8 баллов**

*Решение.*

Аналогично решению Задания № 6.1.

## Задание № 7

---

### Условие:

Расставьте в порядке увеличения высоты над горизонтом следующие точки для наблюдателя, находящегося в Северном полушарии Земли на широте  $50^\circ$ .

### Варианты для сопоставления:

- |   |   |
|---|---|
| 1 | Зенит   |
| 2 | Солнце в полдень в день равноденствия         |
| 3 | Солнце в полдень в день зимнего солнцестояния |
| 4 | Солнце в полдень в день летнего солнцестояния |
| 5 | Надир   |
| 6 | Полярная звезда                               |

### Ответ:

- 1 – Надир  
2 – Солнце в полдень в день зимнего солнцестояния  
3 – Солнце в полдень в день равноденствия  
4 – Полярная звезда  
5 – Солнце в полдень в день летнего солнцестояния  
6 – Зенит

### Точное совпадение ответа — 3 балла

#### *Решение.*

Надир и зенит занимают первое и последнее места в списке по определению. Высоту Солнца в каждую из указанных дат можно определить точно: высота в верхней кульминации определяется по формуле  $h = 90 - \varphi + \delta$ , причём склонение Солнца меняется от  $-23,5^\circ$  до  $+23,5^\circ$  от зимнего солнцестояния к летнему. Подстановка соответствующих склонений даёт высоты  $16,5^\circ$ ,  $40^\circ$  и  $63,5^\circ$  для зимнего солнцестояния, равноденствия и летнего солнцестояния. Высота Полярной звезды, как известно, примерно равна широте места наблюдения, т.е.  $50^\circ$ . Сопоставив числа можно сделать сортировку.



## Задание № 8

---

### Условие

Параллакс звезды равен  $p = 0,1''$ . Чему равно расстояние до звезды (в парсеках)?

**Ответ:** 10

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

*Решение.*

Найдём расстояние до звезды:  $d = \frac{1}{p} = 10$  пк.

### Условие

Сколько раз можно уложить диаметр земной орбиты по пути до этой звезды?

**Ответ:** принимается значение в интервале [950000; 1100000]

**Точное совпадение ответа — 3 баллов**

*Решение.*

Диаметр земной орбиты равен 2 а.е. Переведём парсеки в астрономические единицы. Это можно сделать самыми разными способами. Самый надёжный — вспомнить определение парсека (это расстояние, с которого радиус земной орбиты виден под углом в  $1''$ ) и перевести его в язык математики:  $\text{tg } 1'' = \frac{1 \text{ а.е.}}{1 \text{ пк}}$ . Помня, что тангенс малого угла равен самому углу, выраженному в радианной мере, получим, что  $1 \text{ пк} \approx 206265 \text{ а.е.}$  Отсюда легко получить, что в 10 пк орбита Земли поместится  $206265 \cdot 10 / 2 \approx 1$  млн раз.

P.S. Величину 206265 (или более точное значение 206264.8 — число угловых секунд в радиане или астрономических единиц в парсеке) можно считать константой и не выводить её значение каждый раз при решении задач.

## 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:**

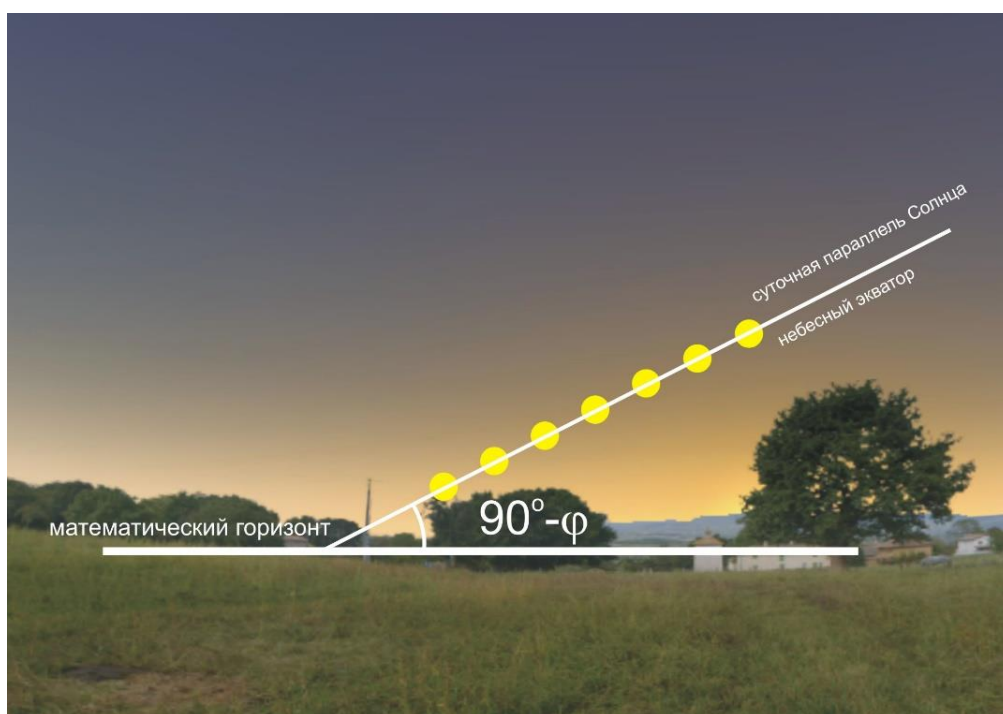
Оцените примерную широту места наблюдения. Ответ дайте в градусах.

**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  $0^\circ$ ), по мере удаления от полюса угол увеличивается, достигая  $90^\circ$  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  $27^\circ$ ) — на такой угол по широте отстоит место наблюдения от северного полюса Земли. Значит широта  $63^\circ$  ( $90 - 27$ ).



**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**

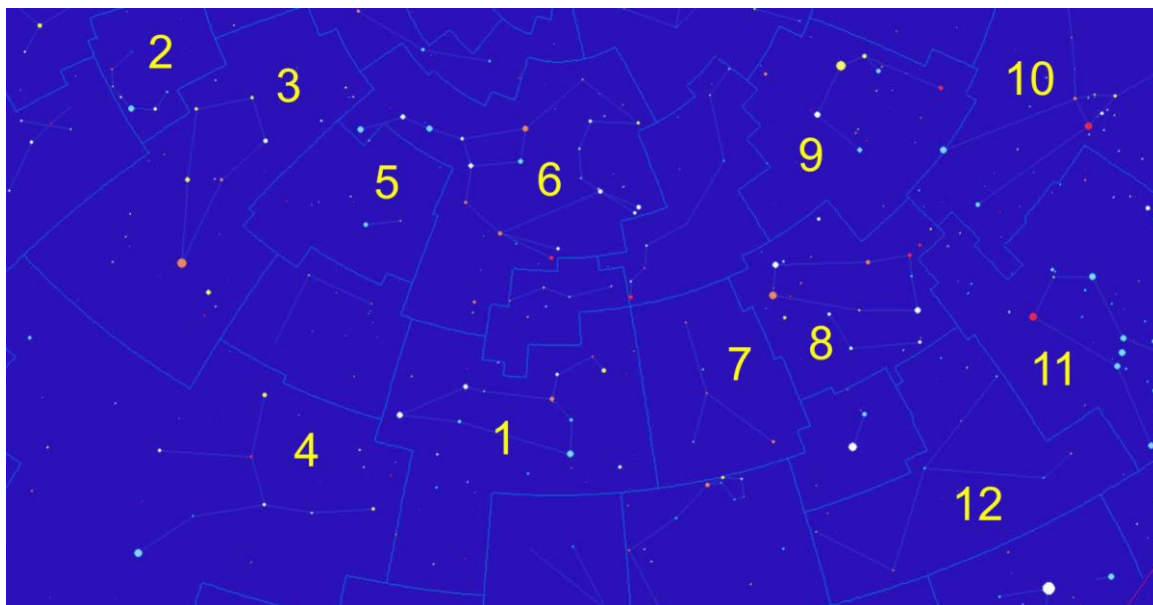
*Решение.*

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.**

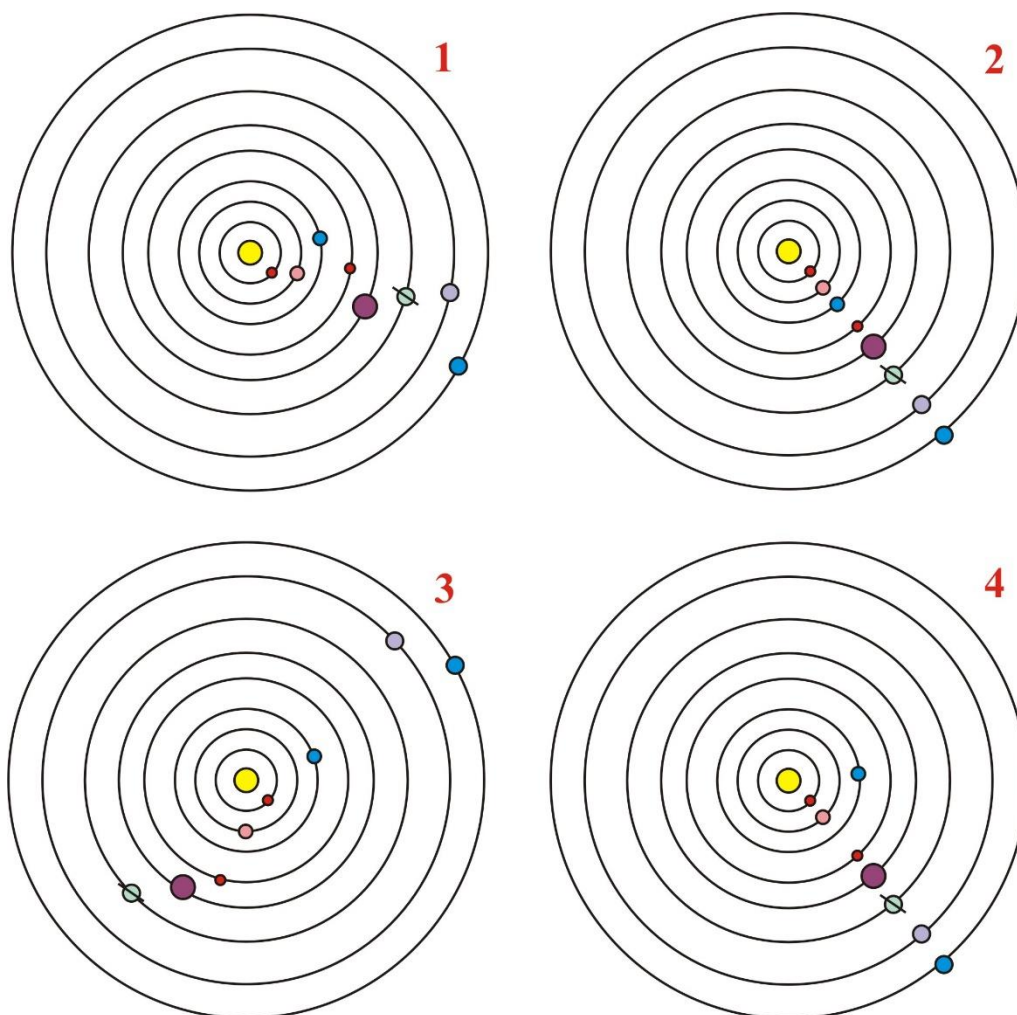
*Решение.*

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 $A$ ( $\alpha = 12^h30^m$ $\delta = 30^\circ20'$ ) и звезда $B$ ( $\alpha = 10^h30^m$ $\delta = 30^\circ00'$ )
2	Звезда $C$ ( $\alpha = 12^h30^m$ $\delta = 89^\circ20'$ ) и звезда $D$ ( $\alpha = 7^h15^m$ $\delta = 0^\circ15'$ )
3	Звезда $E$ ( $\alpha = 11^h10^m$ $\delta = 70^\circ00'$ ) и звезда $F$ ( $\alpha = 9^h10^m$ $\delta = 70^\circ00'$ )
4	Звезда $G$ ( $\alpha = 2^h00^m$ $\delta = 10^\circ18'$ ) и звезда $H$ ( $\alpha = 2^h11^m$ $\delta = 50^\circ00'$ )
5	Звезда $I$ ( $\alpha = 2^h00^m$ $\delta = 80^\circ18'$ ) и звезда $J$ ( $\alpha = 14^h11^m$ $\delta = -88^\circ00'$ )

В ответ запишите последовательность цифр, например, 25341.

### Ответ:

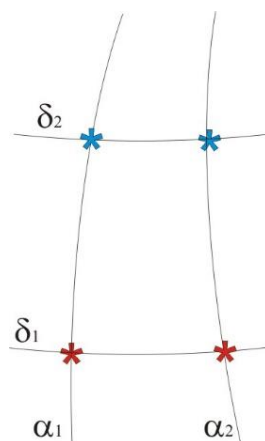
31425

### 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.  $30^\circ$ ). 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  $90^\circ$ .

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

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

### 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.