

## Разбор заданий школьного этапа ВсОШ по астрономии

для 5 класса

2023/24 учебный год

Максимальное количество баллов — 80

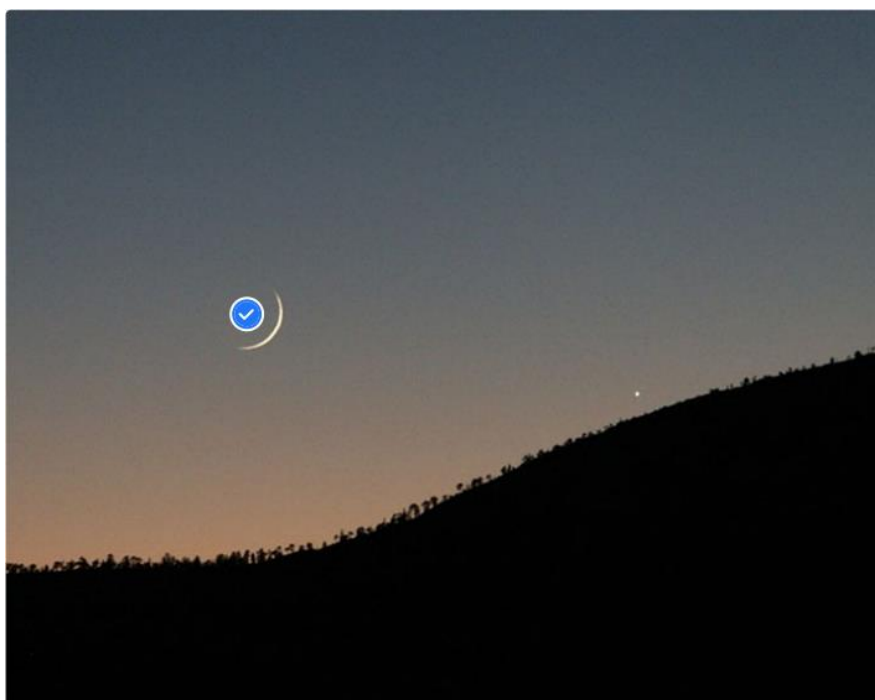
### Задание № 1.

---

#### Условие:

Отметьте на фотографии естественный спутник Земли:

#### Ответ:



Точное совпадение ответа — 3 балла

**Условие:**

Как он называется?

**Ответ:**

- ✓ Луна
- Меркурий
- Марс
- Солнце
- Международная космическая станция
- Титан
- Ганимед
- Сириус

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

**Максимальный балл за задание — 6 баллов**

*Решение.*

На фотографии видны два объекта. Слева в виде полумесяца расположен естественный спутник Земли — Луна. Яркая точка над холмом справа — Венера.

## Задание № 2.

---

### Условие:

Установите соответствие между яркими звёздами и созвездиями, в которых они находятся.

### Ответ:

Вега	Лира
Денеб	Лебедь
Бетельгейзе	Орион
Сириус	Большой Пёс
Полярная	Малая Медведица

За каждую верную пару — по 1 баллу (всего 5 баллов)

### Условие:

Какая из этих звёзд является самой яркой на ночном небе Земли?

### Ответ:

- Вега
- Денеб
- Бетельгейзе
- Сириус
- Полярная

Точное совпадение ответа — 3 балла

**Максимальный балл за задание — 8 баллов**

*Решение.*

Известные факты о звёздном небе.

### Задание № 3.

---

#### Общее условие:

12 апреля 1961 года состоялся первый в мировой истории полёт человека в космическое пространство.

#### Условие:

Гражданином какой страны был этот человек?

#### Ответ:

- США
- СССР
- Германия
- Франция
- Япония
- Австралия
- Великобритания
- Китай

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

#### Условие:

Выберите имя этого человека.

**Ответ:**

- Нил Армстронг
- Юрий Гагарин
- Иоганн Кеплер
- Наполеон Бонапарт
- Герман Титов
- Илон Маск
- Уинстон Черчилль
- Эдвин Хаббл

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

**Максимальный балл за задание — 6 баллов**

*Решение.*

12 апреля 1961 года советский космонавт Юрий Алексеевич Гагарин на космическом корабле «Восток–1» стартовал с космодрома «Байконур» и впервые в истории человечества совершил полёт по орбите вокруг Земли. В честь этого события ежегодно 12 апреля отмечается День космонавтики.

#### Задание № 4.

---

**Условие:**

Установите соответствие между объектами и их характеристиками.

*Примечание: некоторые объекты могут не обладать ни одной из характеристик или обладать сразу двумя.*

**Ответ:**

Находятся в Солнечной системе	Луна
	Венера
	Фобос
	Плутон
Видны с Земли невооружённым глазом	Плеяды
	Сириус
	Луна
	Венера

**За каждую верную пару — по 1 баллу (всего 8 баллов)**

**Условие:**

Какой из перечисленных объектов изображён на фотографии?



**Ответ:**

- Луна
- Венера
- Плеяды
- Фобос
- Плутон
- Галактика Водоворот
- Туманность Улитка
- Сириус

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

**Максимальный балл за задание — 11 баллов**

*Решение.*

К объектам Солнечной системы среди прочих относятся планеты (Венера), карликовые планеты (Плутон), а также спутники планет (Луна — спутник Земли и Фобос — спутник Марса). Галактики, туманности, любые звёзды

кроме Солнца (Сириус) и звёздные скопления (Плеяды) находятся далеко за пределами Солнечной системы. Невооружённым глазом видны только самые яркие из них — Луна, Венера, Сириус и Плеяды. На фотографии, очевидно, изображена туманность; в списке присутствует только одна туманность — Улитка.

## Задание № 5.

---

### Условие:

Расположите указанные промежутки времени в порядке возрастания их продолжительности.

### Ответ:

- ✓ Продолжительность полного солнечного затмения
- ✓ 12 часов
- ✓ 1 оборот Земли вокруг своей оси
- ✓ 1 неделя
- ✓ Полный цикл смены фаз Луны
- ✓ 6 месяцев
- ✓ 1 оборот Земли вокруг Солнца
- ✓ 5 лет

**Конкретный балл за каждый пункт — по 1 баллу (всего 8 баллов)**

### Условие:

Какое из указанных событий или явлений происходит с периодичностью около 1 месяца?

### Ответ:

- ✓ Полнолуние
- Лунное затмение

- Восход Луны
- Восход Сириуса
- Восход Юпитера
- День весеннего равноденствия

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

**Условие:**

Объект переходит из Девы в другое созвездие. Через какой промежуток времени он снова окажется в Деве? Установите соответствие.

**Ответ:**

Солнце	1 год
Луна	1 месяц
Спика	Всегда находится в Деве
Полярная звезда	Никогда не бывает в Деве
Юпитер	12 лет

**За каждую верную пару — по 1 баллу (всего 5 баллов)**

**Максимальный балл за задание — 16 баллов**

*Решение.*

Продолжительность полного солнечного затмения не превышает 7.5 минут. Один час — 60 минут, 12 часов — это половина суток. Один оборот вокруг своей оси Земля совершает примерно за сутки (23 часа 56 минут 4 секунды). Неделя длится 7 суток. Полный цикл смены фаз Луны занимает около

месяца (29.5 суток). Шесть месяцев — половина года. Один оборот вокруг Солнца Земля совершает за год (365.26 суток).

Полнолуние происходит с периодичностью около месяца. День весеннего равноденствия случается раз в году, как правило, 20 марта. Лунные затмения случаются «сериями» из 1–2 затмений дважды в год. Восход Сириуса, Луны и Юпитера происходит каждые сутки, если не учитывать условия видимости.

Спика — самая яркая звезда в созвездии Девы. Полярная звезда принадлежит другому созвездию — Малой Медведице. Солнце, Луна и планеты перемещаются вдоль эклиптики (годового пути Солнца по небу), и Дева — одно из зодиакальных созвездий, лежащих на этом пути. Солнце делает один оборот относительно звёзд за год, Луна — за месяц, Юпитер — примерно за 12 лет.

## Задание № 6.

---

### Условие:

Выберите основную причину смены дня и ночи:

### Ответ:

- Вращение Земли вокруг своей оси
- Обращение Земли вокруг Солнца
- Обращение Солнца вокруг Земли
- Солнечные затмения
- Обращение Луны вокруг Земли
- Смена фаз Луны

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

### Условие:

В некоторых местах на Земле ночь может длиться больше 1 суток. Такие ночи называют полярными. Сколько длится самая долгая ночь? Ответ выразите в месяцах, округлите до целых.

**Ответ: 6**

**Точное совпадение ответа — 4 балла**

**Условие:**

Выберите верные утверждения:

**Ответ:**

- ✓ В России самая долгая ночь случается в декабре
- Полную Луну лучше всего наблюдать около полудня
- Солнечные затмения происходят только в полнолуние
- Зима наступает на всей Земле одновременно
- ✓ В некоторых регионах России есть полярные ночи, а в некоторых — нет
- ✓ В день весеннего равноденствия Солнце находится в созвездии Рыб

**За каждый верный ответ — 2 балла**

**Штраф за каждый неверный ответ — 2 балла**

**При выборе более 5 пунктов — 0 баллов**

**Максимальный балл за задание — 13 баллов**

*Решение.*

Смена дня и ночи происходит из-за вращения Земли вокруг своей оси — Земля поворачивается к Солнцу то одной стороной, то другой.

Из-за наклона земной оси приполярные области Земли могут на некоторое время (больше суток) уходить в тень или, наоборот, больше суток оставаться освещёнными. Это время тем больше, чем ближе точка наблюдения к полюсу. Таким образом, оно достигает максимального значения на полюсах — там примерно полгода длится полярная ночь, и столько же полярный день.

Самая долгая ночь в России, как и во всём Северном полушарии Земли, случается примерно 21–22 декабря, в день зимнего солнцестояния. В областях, расположенных за Северным полярным кругом, в этот момент наблюдается полярная ночь. В Южном полушарии Земли в это время лето, так как это полушарие, наоборот, лучше освещается Солнцем.

Полнолуние наступает, когда Луна оказывается на линии Земля — Солнце, причём дальше от Солнца, чем Земля. При этом для земного наблюдателя Солнце и Луна оказываются на небе в противоположных точках. Это значит, что полная Луна лучше всего наблюдается в середине ночи, и солнечное затмение произойти никак не может. Точка весеннего равноденствия обозначается знаком Овна, но в настоящее время действительно находится в созвездии Рыб. Так случилось потому, что она не является абсолютно неподвижной, а очень медленно перемещается по зодиакальным созвездиям, делая полный оборот примерно за 26 тысяч лет.

## Задание № 7.1

---

### Условие:

Известно, что скорость света в 10 тысяч раз больше скорости движения Земли по орбите вокруг Солнца. За какой промежуток времени Земля пройдёт расстояние в 3 световые секунды? Ответ выразите в минутах.

**Ответ:** 500

**Точное совпадение ответа — 10 баллов**

**Максимальный балл за задание — 10 баллов**

*Решение.*

Как несложно догадаться, используя аналогию со световым годом, расстояние «в 3 световые секунды» — это расстояние, которое свет проходит за 3 секунды. Так как скорость Земли в 10 тысяч раз меньше скорости света, то и времени на преодоление этого расстояния понадобится в 10 тысяч раз больше. Таким образом, искомое время равно:

$$3 \cdot 10\,000 = 30\,000 \text{ секунд} = 500 \text{ минут.}$$

(Здесь мы учли, что 1 минута равна 60 секундам.)

## Задание № 7.2

---

### **Условие:**

Известно, что скорость света в 10 тысяч раз больше скорости движения Земли по орбите вокруг Солнца. За какой промежуток времени Земля пройдёт расстояние в 6 световых секунд? Ответ выразите в минутах.

**Ответ:** 1000

**Точное совпадение ответа — 10 баллов**

**Максимальный балл за задание — 10 баллов**

*Решение по аналогии с заданием № 7.1*

### Задание № 7.3

---

**Условие:**

Известно, что скорость света в 10 тысяч раз больше скорости движения Земли по орбите вокруг Солнца. За какой промежуток времени Земля пройдёт расстояние в 9 световых секунд? Ответ выразите в минутах.

**Ответ:** 1500

**Точное совпадение ответа — 10 баллов**

**Максимальный балл за задание — 10 баллов**

*Решение по аналогии с заданием № 7.1*

## Задание № 8.1

---

### Условие:

На Солнце наблюдается солнечное пятно размером 38 400 км. Во сколько раз это пятно больше Земли? Диаметр Земли примите равным 12 800 км.

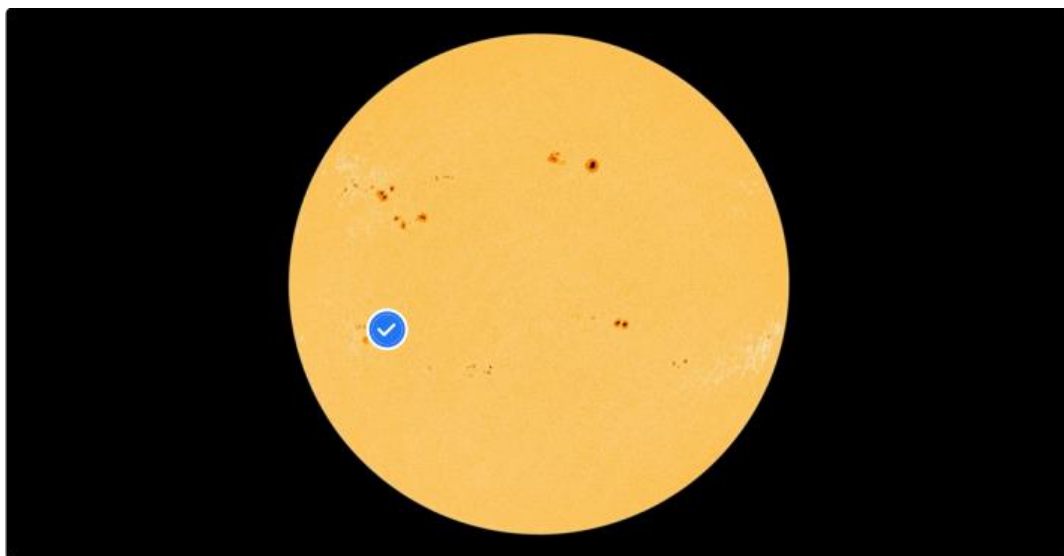
**Ответ:** 3

**Точное совпадение ответа — 7 баллов**

### Условие:

Отметьте на предложенной фотографии Солнца самое большое солнечное пятно.

**Ответ:**



**Точное совпадение ответа — 3 балла**

**Максимальный балл за задание — 10 баллов**

*Решение.*

Солнечное пятно больше Земли в

$$38\,400 : 12\,800 = 3 \text{ раза.}$$

Солнечные пятна — участки на поверхности Солнца, температура которых примерно на полторы тысячи градусов ниже остальной поверхности. Холодные области меньше излучают, поэтому выглядят тёмными пятнами.

## Задание № 8.2

---

### Условие:

На Солнце наблюдается солнечное пятно размером 51 200 км. Во сколько раз это пятно больше Земли? Диаметр Земли примите равным 12 800 км.

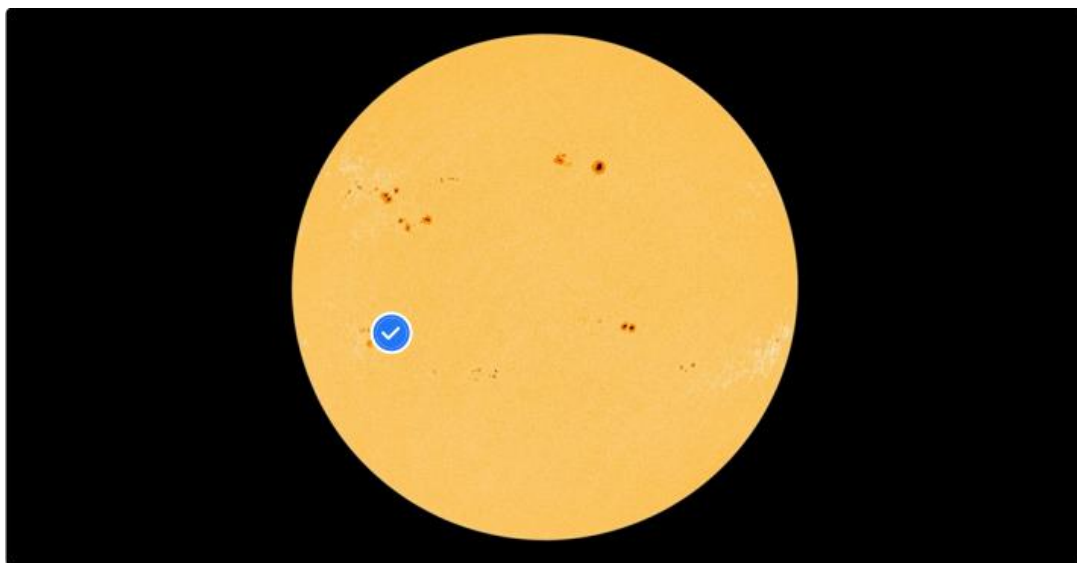
**Ответ:** 4

**Точное совпадение ответа — 7 баллов**

### Условие:

Отметьте на предложенной фотографии Солнца самое большое солнечное пятно.

**Ответ:**



**Точное совпадение ответа — 3 балла**

**Максимальный балл за задание — 10 баллов**

*Решение по аналогии с заданием № 8.1*

### Задание № 8.3

---

**Условие:**

На Солнце наблюдается солнечное пятно размером 64 000 км. Во сколько раз это пятно больше Земли? Диаметр Земли примите равным 12 800 км.

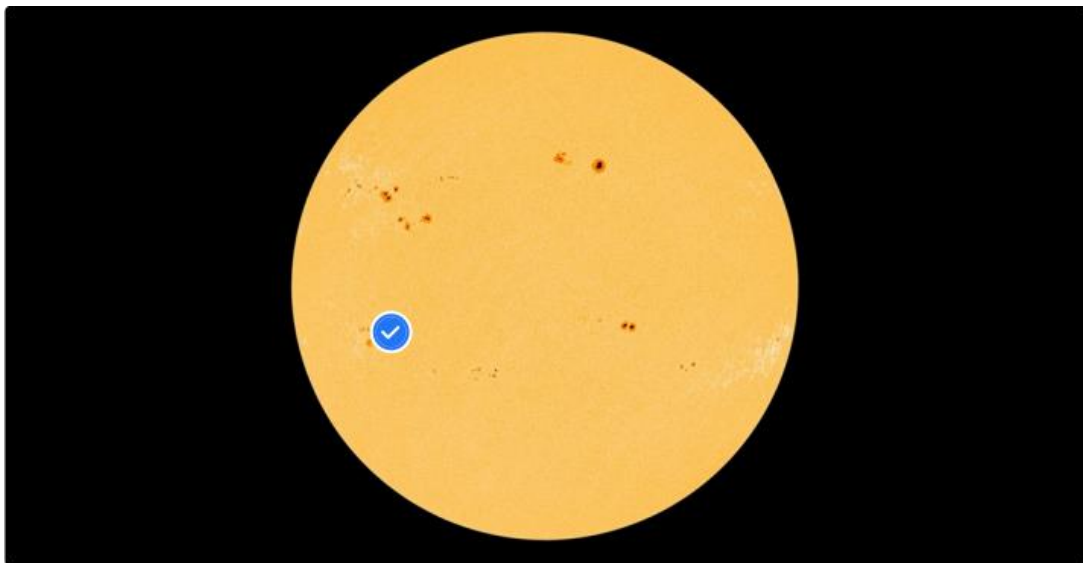
**Ответ:** 5

**Точное совпадение ответа — 7 баллов**

**Условие:**

Отметьте на предложенной фотографии Солнца самое большое солнечное пятно.

**Ответ:**



**Точное совпадение ответа — 3 баллов**

**Максимальный балл за задание — 10 баллов**

*Решение по аналогии с заданием № 8.1*

**Разбор заданий школьного этапа ВсОШ по астрономии**

**для 6–7 классов**

2023/24 учебный год

Максимальное количество баллов — 80

**Задание № 1.**

---

**Условие:**

Отметьте на картинке Юпитер:

**Ответ:**



**Точное совпадение ответа — 3 балла**

**Условие:**

Выберите названия спутников Юпитера:

**Ответ:**

- Титан
- Луна
- Ио
- Европа
- Ганимед
- Каллисто
- Оберон
- Умбриэль
- Плутон
- Харон
- Фобос
- Деймос

**За каждый верный ответ — 1 балл**

**Штраф за каждый неверный ответ — 0.5 балла**

**При выборе более 6 пунктов — 0 баллов**

**Максимальный балл за задание — 7 баллов**

*Решение.*

На фотографии присутствуют два ярких объекта — Луна (слева) и Юпитер (справа). Около Юпитера можно заметить четыре его самых крупных

спутника — Ио, Европу, Ганимед и Каллисто. Эти четыре спутника называют галилеевыми — в честь их первооткрывателя Галилео Галилея.

## Задание № 2.

---

### Условие:

Установите соответствие между яркими звёздами и созвездиями, в которых они находятся.

### Ответ:

Вега	Лира
Денеб	Лебедь
Альтаир	Орёл
Кастор	Близнецы
Поллукс	Близнецы
Ригель	Орион
Бетельгейзе	Орион
Алголь	Персей
Мирфак	Персей
Арктур	Волопас

**За каждую верную пару — по 0.5 баллу (всего 5 баллов)**

### Условие:

Несколько звёзд из списка образуют знаменитый «летний» астеризм.

Выберите их названия:

**Ответ:**

- ✓ Вега
- ✓ Денеб
- ✓ Альтаир
- Кастор
- Поллукс
- Ригель
- Бетельгейзе
- Алголь
- Мирфак
- Арктур

**За каждый верный ответ — 1 балла**

**Штраф за каждый неверный ответ — 0.5 балла**

**При выборе более 5 пунктов — 0 баллов**

**Максимальный балл за задание — 8 баллов**

*Решение.*

Вега, Денеб и Альтаир образуют так называемый «летний (осенне-летний) треугольник» — астеризм, один из наиболее заметных в Северном полушарии. Как следует из названия, лучше всего он виден летом и осенью.

### Задание № 3.

---

#### Условие:

Установите соответствие между именами советских и российских космонавтов и их достижениями.

#### Ответ:

Первый полет человека в космос	Юрий Гагарин
Первый выход человека в открытый космос	Алексей Леонов
Первая женщина-космонавт	Валентина Терешкова
Первый длительный (более 1 суток) космический полёт	Герман Титов
Первая женщина, вышедшая в открытый космос	Светлана Савицкая
Самый длительный непрерывный полёт в космосе	Валерий Поляков
Самое длительное суммарное пребывание в космосе	Геннадий Падалка
Самое длительное суммарное пребывание в открытом космосе	Анатолий Соловьев
Наибольшее количество выходов в открытый космос	Анатолий Соловьев
Самый молодой космонавт	Герман Титов

**За каждую верную пару — по 0.5 балла (всего 5 баллов)**

**Максимальный балл за задание — 5 баллов**

*Решение.*

Известные факты из истории российской и советской космонавтики.

## Задание № 4.

---

### Условие:

Известно, что чем дальше планета от Солнца, тем медленнее она движется. Расположите указанные планеты в порядке уменьшения продолжительности года на них.

### Ответ:

- ✓ Нептун
- ✓ Уран
- ✓ Сатурн
- ✓ Юпитер
- ✓ Марс
- ✓ Земля
- ✓ Венера
- ✓ Меркурий

**Конкретный балл за каждый пункт — по 0.5 балла (всего 4 балла)**

### Условие:

Установите соответствие между парами спутников, обращающихся вокруг одного и того же центрального тела.

### Ответ:

Фобос	Деймос
-------	--------

Европа	Ио
Титан	Мимас
Титания	Ариэль
Тритон	Нереида
Харон	Стикс

**За каждую верную пару — по 1 баллу (всего 6 баллов)**

**Условие:**

Сколько естественных спутников есть у Земли?

**Ответ: 1**

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

**Максимальный балл за задание — 13 баллов**

*Решение.*

Годом на планете называется период её обращения вокруг Солнца. Очевидно, что чем больше радиус орбиты (и, соответственно, путь вокруг Солнца) и меньше скорость планеты, тем длиннее будет год. Поэтому планеты надо расположить в порядке уменьшения радиусов их орбит — от Нептуна до Меркурия.

Сопоставить спутники можно не только зная астрономию, но и с помощью логики и общекультурных знаний. Фобос (страх) и Деймос (ужас) — в древнегреческой мифологии сыновья бога войны Ареса, которого в Древнем Риме звали Марсом (отсюда Фобос и Деймос — спутники планеты Марс). Харон — перевозчик душ умерших через реку Стикс

в подземное царство мёртвых, которым правит бог Аид (у римлян — Плутон). Ио и Европа — возлюбленные бога Зевса (то есть Юпитера). Спутники Урана, в том числе Титания и Ариэль, традиционно называются в честь персонажей произведений Уильяма Шекспира и Александра Поупа. Названия крупных спутников Сатурна (Кроноса), в частности Титана и Мимаса, отсылают к древнегреческим мифам о титанах. Тритон — сын Посейдона (Нептуна), бога морей и океанов, в которых, в свою очередь, обитали морские нимфы — nereиды.

У Земли есть только один естественный спутник — Луна.

## Задание № 5.

---

### Условие:

Выберите верные утверждения:

### Ответ:

- ✓ Физические размеры некоторых звёзд могут в сотни раз превышать размеры Солнца
- ✓ Свет преодолевает расстояние от Солнца до Земли примерно за 500 секунд
- ✓ Свет преодолевает расстояние от Солнца до ближайших звёзд за несколько лет
- Большинство наблюдаемых с Земли туманностей находится дальше галактик
- Масса планет больше массы звёзд, так как планеты более плотные
- Планеты и подобные им объекты существуют только в Солнечной системе
- ✓ Некоторые туманности — это остатки взорвавшихся звёзд
- Млечный Путь — самая большая галактика во Вселенной

**За каждый верный ответ — 2 балла**

**Штраф за каждый неверный ответ — 2 балла**

**При выборе более 6 пунктов — 0 баллов**

### Условие:

Какая звезда является ближайшей к Солнцу?



**Ответ:**

- ✓ Галактика Андромеды
- Вертушка
- Сигара
- Малое Магелланово Облако
- Большое Магелланово Облако
- Водоворот
- Сомбреро
- Галактика Треугольника

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

**Максимальный балл за задание — 14 баллов**

*Решение.*

Массы звёзд гораздо больше масс планет. Размеры звёзд при этом могут сильно различаться: радиусы нейтронных звёзд составляют всего 10–20 километров (при массе, превышающей солнечную!), в то время как размеры сверхгигантов составляют несколько астрономических единиц.

Солнечная система — далеко не единственная планетная система. Несмотря на то, что планеты у других звёзд технически сложно обнаружить, на сегодняшний день известно более 5.5 тысяч внесолнечных планет (экзопланет), находящихся в более чем 4 тысячах планетных систем. Туманности — участки межзвёздной среды, выделяющиеся своим излучением (они могут как «светиться», так и, наоборот, выглядеть тёмными облаками на более ярком фоне). Некоторые из них являются остатками взорвавшихся звёзд, из других, наоборот, образуются новые звёзды и планетные системы. Большинство известных туманностей

находятся в нашей Галактике, так как увидеть такие особенности в других галактиках очень трудно.

Ближайшей к Солнцу звездой является звезда Проксима из звёздной системы Альфа Центавра. Расстояние до неё равно 4.2 световых лет (около 270 тысяч астрономических единиц).

На фото изображена галактика Андромеды, одна из ближайших к нам крупных галактик (если не учитывать небольшие спутники Млечного Пути). Она немного больше Млечного Пути. Эту галактику часто называют «Туманностью Андромеды», но туманностью в современном понимании этого термина она не является — это просто историческое название.

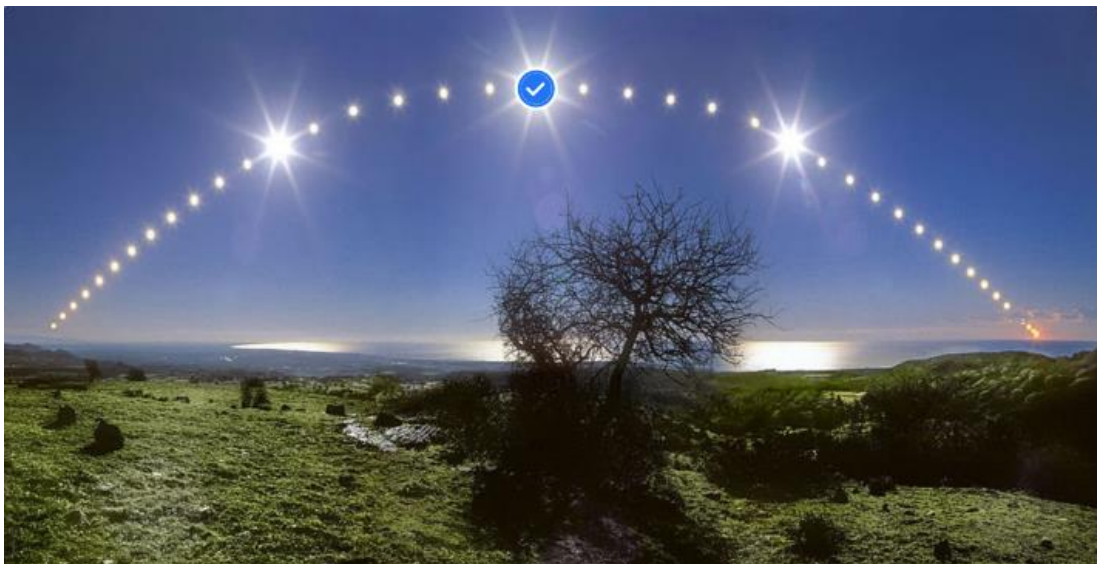
## Задание № 6.

---

### Условие:

Дан коллаж из нескольких фотографий, иллюстрирующий движение Солнца по небу в течение дня. Будем считать, что фотографии сделаны в Северном полушарии Земли вдали от экватора. Отметьте на рисунке положение Солнца в полдень.

### Ответ:



**Точное совпадение ответа — 3 балла**

### Условие:

Как называется точка на горизонте, находящаяся под поставленной вами отметкой?

**Ответ:**

- Точка севера
- Точка юга
- Точка востока
- Точка запада
- Точка весеннего равноденствия
- Точка летнего солнцестояния
- Полюс мира
- Зенит

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

**Условие:**

Как фотография ориентирована относительно сторон света?

**Ответ:**

- Восток слева, запад справа
- Запад слева, восток справа
- Юг слева, север справа
- Север слева, юг справа
- Невозможно определить

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

**Условие:**

Изменились бы ваши ответы на предыдущие вопросы, если бы фотографии были сделаны в Южном полушарии Земли, также вдали от экватора?

**Ответ:**

- Нет, не изменились бы
- Изменилось бы только название точки на горизонте
- Изменилась бы только ориентация относительно сторон света
- Да, оба ответа бы изменились
- Невозможно определить

**Точное совпадение ответа — 4 балла**

**Максимальный балл за задание — 13 баллов**

*Решение.*

В средних широтах Северного полушария Солнце движется относительно наблюдателя слева направо, то есть движется с востока на запад вдоль южной части горизонта. В полдень Солнце оказывается на максимальной высоте над горизонтом, находясь при этом в середине своего дневного пути ровно над точкой юга.

В средних широтах Южного полушария Солнце движется также с востока на запад, но вдоль северной части горизонта, то есть справа налево, и достигает максимальной высоты над точкой севера.

## Задание № 7.1

---

### Условие:

Определите минимально возможное расстояние между Землёй и Марсом, считая орбиту Марса круговой с радиусом 1.5 астрономических единицы. Ответ выразите в астрономических единицах, округлите до десятых.

**Ответ:** 0.5

**Точное совпадение ответа — 5 баллов**

### Условие:

Известно, что свет преодолевает расстояние от Солнца до Земли за 500 секунд, а скорость Земли в 10 тысяч раз меньше скорости света. Сколько времени потребуется, чтобы преодолеть наименьшее расстояние между Землёй и Марсом, двигаясь со скоростью Земли? Ответ выразите в сутках, округлите до целых.

**Ответ:** 29

**Точное совпадение ответа — 7 баллов**

**Максимальный балл за задание — 12 баллов**

*Решение.*

Минимальное расстояние между Землёй и Марсом достигается, когда обе планеты находятся на одной линии с Солнцем по одну сторону от него. Очевидно, расстояние между Землёй и Марсом в этот момент равно разности радиусов их орбит:

$$1.5 - 1 = 0.5 \text{ а. е.}$$

Так как свет преодолевает расстояние в 1 а. е. за 500 секунд, то расстояние между Землёй и Марсом он преодолеет за:

$$500 \cdot 0.5 = 250 \text{ секунд.}$$

Земля движется в 10 тысяч раз медленнее света, значит, ей понадобится:

$$250 \cdot 10\,000 = 2\,500\,000 \text{ секунд.}$$

Осталось перевести это время в сутки (вспомним, что 1 сутки = 24 часа, 1 час = 60 минут, 1 минута = 60 секунд):

$$2\,500\,000 : (24 \cdot 60 \cdot 60) \approx 29 \text{ суток.}$$

## Задание № 7.2

---

### Условие:

Определите минимально возможное расстояние между Землёй и Юпитером, считая орбиту Юпитера круговой с радиусом 5.2 астрономических единицы. Ответ выразите в астрономических единицах, округлите до десятых.

**Ответ:** 4.2

**Точное совпадение ответа — 5 баллов**

### Условие:

Известно, что свет преодолевает расстояние от Солнца до Земли за 500 секунд, а скорость Земли в 10 тысяч раз меньше скорости света. Сколько времени потребуется, чтобы преодолеть наименьшее расстояние между Землёй и Юпитером, двигаясь со скоростью Земли? Ответ выразите в сутках, округлите до целых.

**Ответ:** 243

**Точное совпадение ответа — 7 баллов**

**Максимальный балл за задание — 12 баллов**

*Решение по аналогии с заданием № 7.1*

### Задание № 7.3

---

**Условие:**

Определите минимально возможное расстояние между Землёй и Венерой, считая орбиту Венеры круговой с радиусом 0.7 астрономических единицы. Ответ выразите в астрономических единицах, округлите до десятых.

**Ответ:** 0.3

**Точное совпадение ответа — 5 баллов**

**Условие:**

Известно, что свет преодолевает расстояние от Солнца до Земли за 500 секунд, а скорость Земли в 10 тысяч раз меньше скорости света. Сколько времени потребуется, чтобы преодолеть наименьшее расстояние между Землёй и Венерой, двигаясь со скоростью Земли? Ответ выразите в сутках, округлите до целых.

**Ответ:** 17

**Точное совпадение ответа — 7 баллов**

**Максимальный балл за задание — 12 баллов**

*Решение по аналогии с заданием № 7.1*

## Задание № 8.1

---

### Условие:

В некоторый день астроном наблюдал восход Сириуса ровно в 05:00 утра. Известно, что в каждый следующий день восход происходит на 4 минуты раньше, чем в предыдущий. Во сколько будет наблюдаться восход Сириуса через 20 дней? Ответ запишите в формате ЧЧ:ММ.

**Ответ:** 03:40

**Точное совпадение ответа — 8 баллов**

**Максимальный балл за задание — 8 баллов**

*Решение.*

За 20 дней время восхода Сириуса сдвинется на:

$$4 \cdot 20 = 80 \text{ минут} = 1 \text{ час } 20 \text{ минут.}$$

Соответственно, восход произойдёт в:

$$05 \text{ часов } 00 \text{ минут} - 1 \text{ час } 20 \text{ минут} = 03 \text{ часа } 40 \text{ минут.}$$

## Задание № 8.2

---

### **Условие:**

В некоторый день астроном наблюдал восход Сириуса ровно в 05:00 утра. Известно, что в каждый следующий день восход происходит на 4 минуты раньше, чем в предыдущий. Во сколько будет наблюдаться восход Сириуса через 40 дней? Ответ запишите в формате ЧЧ:ММ.

**Ответ:** 02:20

**Точное совпадение ответа — 8 баллов**

**Максимальный балл за задание — 8 баллов**

*Решение по аналогии с заданием № 8.1*

### Задание № 8.3

---

**Условие:**

В некоторый день астроном наблюдал восход Сириуса ровно в 05:00 утра. Известно, что в каждый следующий день восход происходит на 4 минуты раньше, чем в предыдущий. Во сколько будет наблюдаться восход Сириуса через 50 дней? Ответ запишите в формате ЧЧ:ММ.

**Ответ:** 01:40

**Точное совпадение ответа — 8 баллов**

**Максимальный балл за задание — 8 баллов**

*Решение по аналогии с заданием № 8.1*

## Разбор заданий школьного этапа ВсОШ по астрономии

для 8-9 классов

2023/24 учебный год

Максимальное количество баллов — 100

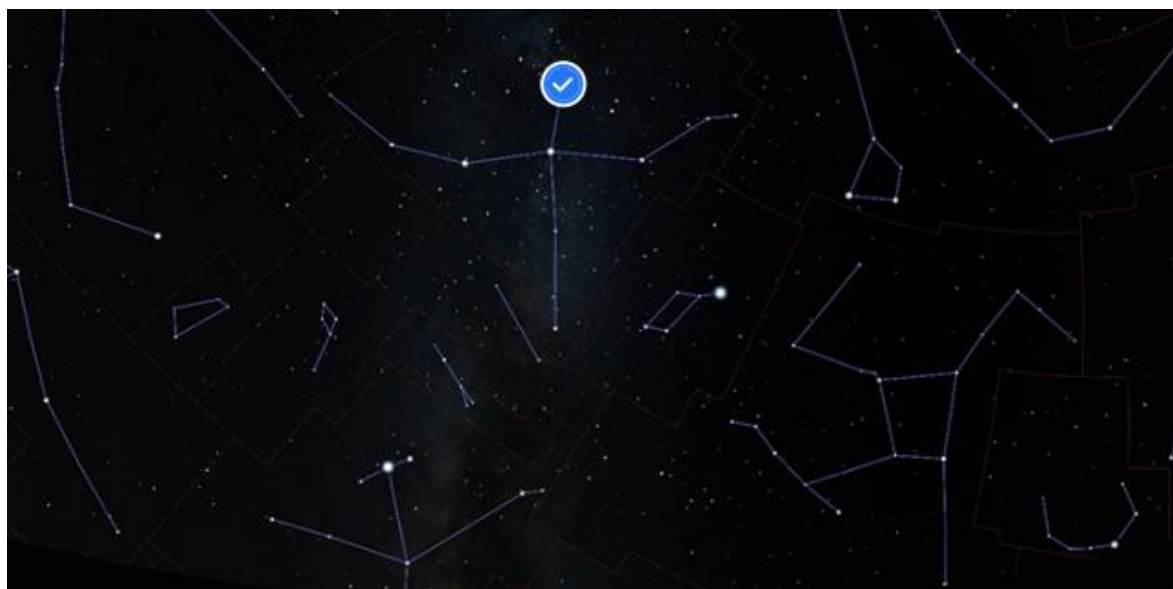
### Задание № 1.

---

**Условие:**

Отметьте на картинке Денеб.

**Ответ:**



Точное совпадение ответа — 4 балла

**Условие:**

Выберите созвездия, граничащие с Лирой:

**Ответ:**

- ✓ Лебедь
- ✓ Дракон
- Орион
- Большая Медведица
- ✓ Геркулес
- Дельфин
- ✓ Лисичка
- Заяц
- Волк

**За каждый верный ответ — 1 балл**

**Штраф за каждый неверный ответ — 1 балл**

**При выборе более 6 пунктов — 0 баллов**

**Максимальный балл за задание — 8 баллов**

*Решение.*

Денеб — самая яркая звезда в созвездии Лебедя, находящаяся в «хвосте» соответствующего астеризма.

На изображении видно, что созвездие Лиры граничит с четырьмя другими созвездиями. Астеризмы Лебедя, Дракона и Геркулеса хорошо узнаваемы, трудность может возникнуть только с последним маленьким созвездием без ярких звёзд. Многие варианты из списка легко отбросить — очевидно, что

это не Орион и не Большая Медведица; довольно характерный вид имеет и Дельфин. Также можно вспомнить, например, что Волк и Заяц — созвездия Южного полушария, а изображённый участок неба находится в Северном. Таким образом, остаётся единственный вариант — Лисичка.

## Задание № 2.

---

### Условие:

Установите соответствие между метеорными потоками и созвездиями, в которых располагаются их радианты.

### Ответ:

Персеиды	Персей
Леониды	Лев
Дракониды	Дракон
Лириды	Лира
Геминиды	Близнецы
Квадрантиды	Волопас
Урсиды	Малая Медведица
Эта-Аквариды	Водолей

**За каждую верную пару — 0.5 балла (всего 4 балла)**

**Максимальный балл за задание — 4 баллов**

### *Решение.*

Названия метеорным потокам даются в честь созвездий, где расположен их радиант — область неба, из которой как бы «вылетают» метеоры для наблюдателя на Земле. Некоторые пары (Дракон — Дракониды, Персей — Персеиды, Лира — Лириды) совершенно очевидны. Некоторые метеорные потоки отсылают к латинским названиям созвездий: Близнецы (Gemini) — Геминиды, Лев (Leo) — Леониды, Малая Медведица (Ursa Minor) — Урсиды. Эта-Аквариды названы в честь звезды Эта Водолея, так как

в созвездии Водолея (Aquarius) расположены радианты сразу нескольких метеорных потоков. Квадрантиды названы в честь созвездия Стенной Квадрант, которого нет на современной звёздной карте. Звёзды Стенного Квадранта были разделены между Драконом, Геркулесом и Волопасом; в последнем и находится радиант Квадрантид.

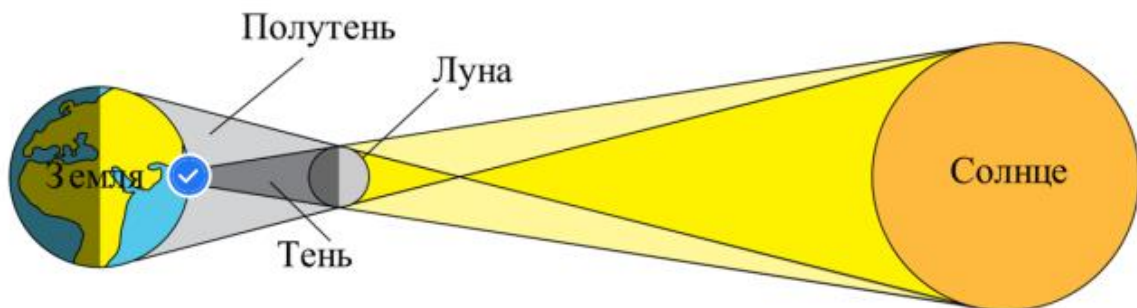
### Задание № 3.

---

#### Условие:

Отметьте на картинке область на поверхности Земли, где наблюдается полное солнечное затмение.

#### Ответ:



Точное совпадение ответа — 3 балла

Максимальный балл за задание — 3 балла

*Решение.*

Полное солнечное затмение наблюдается в области, куда падает тень Луны.

#### Задание № 4.

---

**Общее условие:**

Город	Широта, ° с.ш.	Долгота, ° в.д.	Часовой пояс, UT
Санкт-Петербург	60	30	+3
Калининград	55	20	+2
Мурманск	69	33	+3
Владивосток	43	132	+10
Севастополь	45	34	+3
Петропавловск-Камчатский	53	159	+12
Иркутск	52	104	+8
Омск	56	73	+6

**Условие:**

Расположите города в порядке возрастания максимальной продолжительности дня.

**Ответ:**

- ✓ Владивосток
- ✓ Севастополь
- ✓ Иркутск
- ✓ Петропавловск-Камчатский
- ✓ Калининград
- ✓ Омск
- ✓ Санкт-Петербург

✓ Мурманск

**Конкретный балл за каждый пункт — по 0.5 балла (всего 4 балла)**

**Условие:**

Исходя из того, что в таблице представлены города как из самого восточного часового пояса России, так и из самого западного, определите, сколько раз в России встречаются один и тот же Новый год.

*Подсказка: часовые пояса в России идут подряд, без «пробелов».*

**Ответ: 11**

**Точное совпадение ответа — 4 балла**

**Условие:**

Выберите города, живущие по московскому времени:

**Ответ:**

- ✓ Санкт-Петербург
- Калининград
- ✓ Мурманск
- Владивосток
- ✓ Севастополь
- Петропавловск-Камчатский
- Иркутск
- Омск

**За каждый верный ответ — 1 балл**

**Штраф за каждый неверный ответ — 1 балл**

**При выборе более 5 пунктов — 0 баллов**

**Условие:**

Выберите город, в котором принципиально невозможно увидеть частное солнечное затмение в конце декабря:

**Ответ:**

- Санкт-Петербург
- Калининград
- Мурманск
- Владивосток
- Севастополь
- Петропавловск-Камчатский
- Иркутск
- Омск

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

**Максимальный балл за задание — 14 баллов**

*Решение.*

Максимальная продолжительность дня возрастает вместе с географической широтой (по модулю): от 12 часов на экваторе до 6 месяцев на полюсах. Учитывая, что все города находятся в Северном полушарии, их нужно

расположить, ориентируясь по их широтам, в порядке от самого южного до самого северного, то есть от Владивостока до Мурманска.

Самый западный город из списка, Калининград, находится во второй часовой зоне (UT+2), а самый восточный, Петропавловск-Камчатский, — в двенадцатой (UT+12). Итого получаем, что в России 11 часовых зон; столько раз на её территории и встречают Новый год.

Москва находится в третьей часовой зоне (UT+3). Как следует из таблицы, это же время используют в Санкт-Петербурге, Севастополе и Мурманске.

Солнечное затмение любого вида может случиться в любую дату, в том числе и в конце декабря, вблизи дня зимнего солнцестояния. Для непосредственного наблюдения затмения Солнце должно быть выше горизонта, а в Мурманске, находящемся за Северным полярным кругом, в это время будет полярная ночь.

### Задание № 5.

**Условие:**

Установите соответствие между объектами и утверждениями о них.

**Ответ:**

Принадлежит Солнечной системе	Луна
	Венера
	Титан
	Веста
	Марс
	Мимас
	Эрос
Является спутником планеты	Луна
	Титан
	Мимас
Имеет шарообразную форму	Луна
	Венера
	Титан
	Марс
	Мимас
Бывает ближе к Солнцу, чем Земля	Луна
	Венера
Имеет заметную атмосферу	Венера
	Титан
	Марс

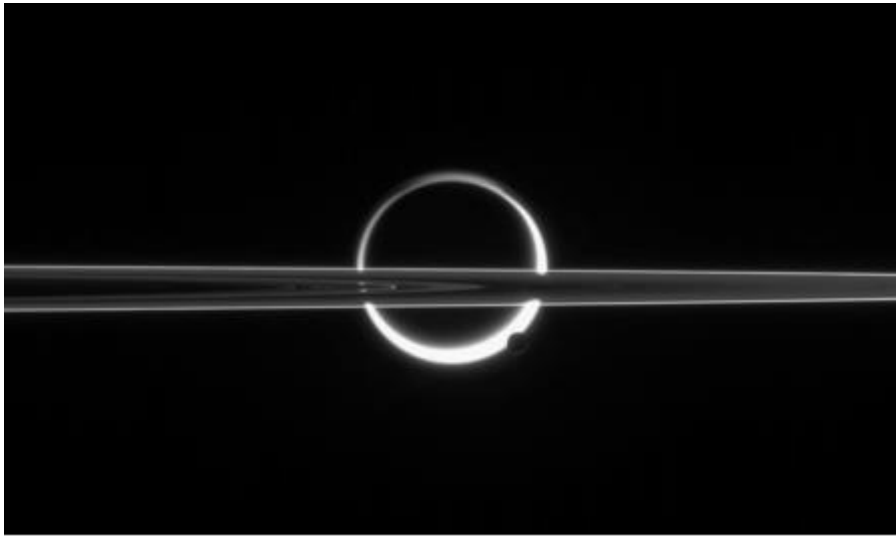
За каждый верный ответ — 0.25 балла

**Штраф за каждый неверный ответ — 0.25 балла**

**При выборе более 7 пунктов — 0 баллов**

**Условие:**

Выберите название изображённого объекта:



**Ответ:**

- Луна
- Венера
- Титан
- Веста
- Марс
- Мимас
- Эрос

**Точное совпадение ответа — 4 балла**

**Условие:**

Выберите объекты, которые можно наблюдать с Земли невооружённым глазом:

**Ответ:**

- ✓ Луна
- ✓ Венера
- Титан
- ✓ Веста
- ✓ Марс
- Мимас
- Эрос

**За каждый верный ответ — 1 балл**

**Штраф за каждый неверный ответ — 1 балл**

**При выборе более 7 пунктов — 0 баллов**

**Максимальный балл за задание — 13 баллов**

*Решение.*

Все перечисленные объекты находятся в Солнечной системе. Три из них являются спутниками планет: Луна — спутник Земли, Титан и Мимас — спутники Сатурна. Шарообразную форму в Солнечной системе имеют четыре типа объектов: Солнце, планеты, карликовые планеты и наиболее крупные спутники планет. В нашем списке это Венера, Марс и все три указанных спутника. Астероиды Эрос и Веста по определению имеют неправильную форму — иначе их бы отнесли к карликовым планетам.

Ближе Земли к Солнцу могут оказаться только Венера и Луна. Титан — единственный в Солнечной системе спутник с плотной атмосферой. Также атмосфера есть у Венеры и Марса. Веста — единственный астероид, который можно увидеть невооружённым глазом. Также мы без труда можем увидеть Марс, Венеру и Луну.

На фотографии мы видим узкую полосу, разделяющую изображение примерно пополам — это кольца Сатурна, видимые практически с ребра (сам Сатурн находится за кадром). Соответственно, в центре изображения находятся его спутники. Маленький тёмный спутник идентифицировать трудно, а вокруг большого хорошо виден свет, рассеянный его атмосферой (без атмосферы он имел бы форму месяца, а не кольца). Атмосфера есть только у одного спутника — Титана.

## Задание № 6.

---

**Условие:**



Какой объект изображён на фотографии?

**Ответ:**

- Луна
- Сатурн
- Юпитер
- Энцелад
- Галактика Сомбреро
- Чёрная дыра M87

**Точное совпадение ответа — 4 балла**

**Условие:**

Где могла быть сделана эта фотография?

**Ответ:**

- В Арктике
- В Центральной Америке
- В Антарктиде
- В Северной Европе

**Точное совпадение ответа — 4 балла**

**Условие:**

Известно, что через несколько дней после того, как была сделана эта фотография, произошло солнечное затмение. Какое время суток изображено на фотографии?

**Ответ:**

- Полночь
- Полдень
- Утро перед рассветом
- Вечер после заката
- Невозможно определить

**Точное совпадение ответа — 4 балла**

## Максимальный балл за задание — 12 баллов

*Решение.*

Конечно, на фотографии изображена Луна, а тёмная полоса — это всего лишь облако. При этом мы видим яркий тонкий серп, освещённый Солнцем напрямую, и так называемый «пепельный свет», когда на тёмную часть лунного диска падает солнечный свет, отражённый от поверхности Земли. «Рога» месяца направлены вверх, значит, место наблюдения находилось недалеко от экватора. Из предложенных вариантов близко к экватору расположена только Центральная Америка.

Так как солнечные затмения происходят только в новолуние, то за несколько дней до затмения Луна должна быть стареющей. Стареющая Луна видна утром перед рассветом.

## Задание № 7.

---

### Условие:

Как называется вертикал, проходящий через зенит, надир, полюса мира и точки севера и юга?

### Ответ:

- Первый вертикал
- Небесный меридиан
- Альмукантарат
- Небесный экватор
- Эклиптика
- Отвесная линия
- Полуденная линия

**Точное совпадение ответа — 4 балла**

### Условие:

Установите соответствие между координатными линиями и системами координат.

### Ответ:

Географический меридиан	Географическая система координат
Географическая параллель	
Суточная параллель	Экваториальная система координат

Круг склонений	
Вертикал	Горизонтальная система координат
Альмукантарат	

**За каждую верную пару — 1 балл (всего 6 баллов)**

**Условие:**

Выберите координаты, которые изменяются в течение года для Солнца, но НЕ изменяются для далёких звёзд из-за суточного вращения Земли:

**Ответ:**

- Склонение
- Прямое восхождение
- Азимут
- Часовой угол
- Высота
- Зенитное расстояние
- Эклиптическая широта
- Эклиптическая долгота
- Галактическая широта
- Галактическая долгота
- Полярное расстояние

**За каждый верный ответ — 1 балл**

**Штраф за каждый неверный ответ — 1 балл**

**При выборе более 8 пунктов — 0 баллов**

**Максимальный балл за задание — 16 баллов**

*Решение.*

Координаты звёзд не будут меняться из-за суточного вращения Земли, если начало отсчёта и опорная плоскость в системе координат будут зафиксированы относительно звёзд. Этому условию удовлетворяет вторая экваториальная система координат (начало отсчёта — точка весеннего равноденствия, опорная плоскость — небесный экватор), и, как можно догадаться, эклиптическая система координат (начало отсчёта — точка весеннего равноденствия, опорная плоскость — эклиптика) и галактическая система координат (начало отсчёта — направление на центр Галактики, опорная плоскость — плоскость Галактики), так как положение эклиптики и галактической плоскости также не меняется относительно звёзд.

Так как Солнце перемещается относительно звёзд в течение года, то координаты, не меняющиеся для звёзд, для Солнца должны изменяться. Здесь есть только одно исключение — эклиптическая широта. Так как Солнце перемещается по эклиптике, его эклиптическая широта всегда равна нулю.

## Задание № 8.1

---

### Условие:

Два астероида, движущихся по круговым орбитам в одном направлении и в одной плоскости, оказались на одной линии с Солнцем. Период обращения первого астероида вокруг Солнца равен 5 годам, а второго — 3 годам. Через какое минимальное время астероиды снова окажутся на одной линии с Солнцем? Ответ выразите в годах, округлите до десятых.

**Ответ:** 7.5

**Точное совпадение ответа — 7 баллов**

### Условие:

Какой из этих астероидов ближе к Солнцу?

**Ответ:**

- Первый
- Второй
- Невозможно определить

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

**Максимальный балл за задание — 10 баллов**

*Решение.*

Воспользуемся формулой для синодического периода  $S$  (то есть периода повторения конфигураций небесных тел):

$$\frac{1}{S} = \frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1}.$$

Здесь  $T_1$  и  $T_2$  — периоды обращения астероидов вокруг Солнца. Заметим, что эту формулу можно получить, рассмотрев относительную угловую скорость движения одного из астероидов вокруг Солнца относительно линии, соединяющей Солнце и другой астероид. В итоге получаем:

$$S = \frac{T_1 T_2}{T_1 - T_2} = \frac{15}{2} = 7.5 \text{ лет}$$

Согласно Третьему закону Кеплера, квадрат периода обращения пропорционален кубу радиуса орбиты. Соответственно, к Солнцу ближе тот астероид, период обращения которого меньше.

## Задание № 8.2

---

### Условие:

Два астероида, движущихся по круговым орбитам в одном направлении и в одной плоскости, оказались на одной линии с Солнцем. Период обращения первого астероида вокруг Солнца равен 5 годам, а второго — 4 годам. Через какое минимальное время астероиды снова окажутся на одной линии с Солнцем? Ответ выразите в годах, округлите до целых.

**Ответ:** 20

**Точное совпадение ответа — 7 баллов**

### Условие:

Какой из этих астероидов ближе к Солнцу?

**Ответ:**

- Первый
- Второй
- Невозможно определить

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

**Максимальный балл за задание — 10 баллов**

*Решение по аналогии с заданием № 8.1*

### Задание № 8.3

---

**Условие:**

Два астероида, движущихся по круговым орбитам в одном направлении и в одной плоскости, оказались на одной линии с Солнцем. Период обращения первого астероида вокруг Солнца равен 5 годам, а второго — 6 годам. Через какое минимальное время астероиды снова окажутся на одной линии с Солнцем? Ответ выразите в годах, округлите до целых.

**Ответ:** 30

**Точное совпадение ответа — 7 баллов**

**Условие:**

Какой из этих астероидов ближе к Солнцу?

**Ответ:**

- Первый
- Второй
- Невозможно определить

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

**Максимальный балл за задание — 10 баллов**

*Решение по аналогии с заданием № 8.1*

## Задание № 9.1

---

### Общее условие:

В альтернативной Вселенной Луна имеет те же размеры, что и у нас, но находится в 2 раза ближе к Земле.

### Условие:

Определите угловой диаметр альтернативной Луны при наблюдении с Земли, если в нашей Вселенной угловой диаметр Луны равен 32 угловым минутам. Ответ выразите в угловых минутах.

**Ответ:** 64

**Точное совпадение ответа — 7 баллов**

### Условие:

Сколько длится центральное покрытие альтернативной Луной далёкой звезды, если альтернативная Луна движется со скоростью 10 градусов в сутки относительно звёзд? Вращением альтернативной Земли можно пренебречь. Ответ выразите в часах, округлите до сотых.

**Ответ:** 2.56

**Точное совпадение ответа — 7 баллов**

**Максимальный балл за задание — 14 баллов**

*Решение.*

Если угловой размер объекта мал, то мы можем считать, что он обратно пропорционален расстоянию до объекта. Соответственно, при уменьшении расстояния до Луны в 2 раза её угловой размер увеличится в 2 раза и будет равен 64 угловым минутам.

Время центрального покрытия звезды равно времени, за которое Луна пройдёт свой диаметр:

$$T = 64' : (10^\circ/\text{сутки}) = 64' : (600'/\text{сутки}) = 64 \cdot 24 : 600 \text{ часа} = 2.56 \text{ часа.}$$

## Задание № 9.2

---

### Общее условие:

В альтернативной Вселенной Луна имеет те же размеры, что и у нас, но находится в 3 раза ближе к Земле.

### Условие:

Определите угловой диаметр альтернативной Луны при наблюдении с Земли, если в нашей Вселенной угловой диаметр Луны равен 32 угловым минутам. Ответ выразите в угловых минутах.

**Ответ:** 96

**Точное совпадение ответа — 7 баллов**

### Условие:

Сколько длится центральное покрытие альтернативной Луной далёкой звезды, если альтернативная Луна движется со скоростью 10 градусов в сутки относительно звёзд? Вращением альтернативной Земли можно пренебречь. Ответ выразите в часах, округлите до сотых.

**Ответ:** 3.84

**Точное совпадение ответа — 7 баллов**

**Максимальный балл за задание — 14 баллов**

*Решение по аналогии с заданием № 9.1*

### Задание № 9.3

---

#### **Общее условие:**

В альтернативной Вселенной Луна имеет те же размеры, что и у нас, но находится в 2 раза дальше от Земли.

#### **Условие:**

Определите угловой диаметр альтернативной Луны при наблюдении с Земли, если в нашей Вселенной угловой диаметр Луны равен 32 угловым минутам. Ответ выразите в угловых минутах.

**Ответ:** 16

**Точное совпадение ответа — 7 баллов**

#### **Условие:**

Сколько длится центральное покрытие альтернативной Луной далёкой звезды, если альтернативная Луна движется со скоростью 10 градусов в сутки относительно звёзд? Вращением альтернативной Земли можно пренебречь. Ответ выразите в часах, округлите до сотых

**Ответ:** 0.64

**Точное совпадение ответа — 7 баллов**

**Максимальный балл за задание — 14 баллов**

*Решение по аналогии с заданием № 9.1*

## Задание № 10.1

---

**Условие:**



Известно, что радуга представляет собой окружность с угловым радиусом 42 градуса, центр которой находится в противосолнечной точке относительно наблюдателя. Определите высоту Солнца, если радуга достигает высоты в 30 градусов над горизонтом. Ответ выразите в градусах.

**Ответ:** 12

**Точное совпадение ответа — 6 баллов**

**Максимальный балл за задание — 6 баллов**

*Решение.*

Высота центра радуги равна разности высоты верхнего края радуги и её радиуса:

$$30^\circ - 42^\circ = -12^\circ.$$

Так как Солнце находится в точке, противоположном центру радуги, то его высота будет такой же по модулю, но с противоположным знаком, то есть равна  $12^\circ$ .

## Задание № 10.2

---

**Условие:**



Известно, что радуга представляет собой окружность с угловым радиусом  $42^\circ$ , центр которой находится в противосолнечной точке относительно наблюдателя. Определите высоту Солнца, если радуга достигает высоты в  $35^\circ$  над горизонтом. Ответ выразите в градусах.

**Ответ:** 7

**Точное совпадение ответа — 6 баллов**

**Максимальный балл за задание — 6 баллов**

*Решение по аналогии с заданием № 10.1*

### Задание № 10.3

---

**Условие:**



Известно, что радуга представляет собой окружность с угловым радиусом 42 градуса, центр которой находится в противосолнечной точке относительно наблюдателя. Определите высоту Солнца, если радуга достигает высоты в 25 градусов над горизонтом. Ответ выразите в градусах.

**Ответ:** 17

**Точное совпадение ответа — 6 баллов**

**Максимальный балл за задание — 6 баллов**

*Решение по аналогии с заданием № 8.1*

## Разбор заданий школьного этапа ВсОШ по астрономии

для 10 класса

2023/24 учебный год

Максимальное количество баллов — 100

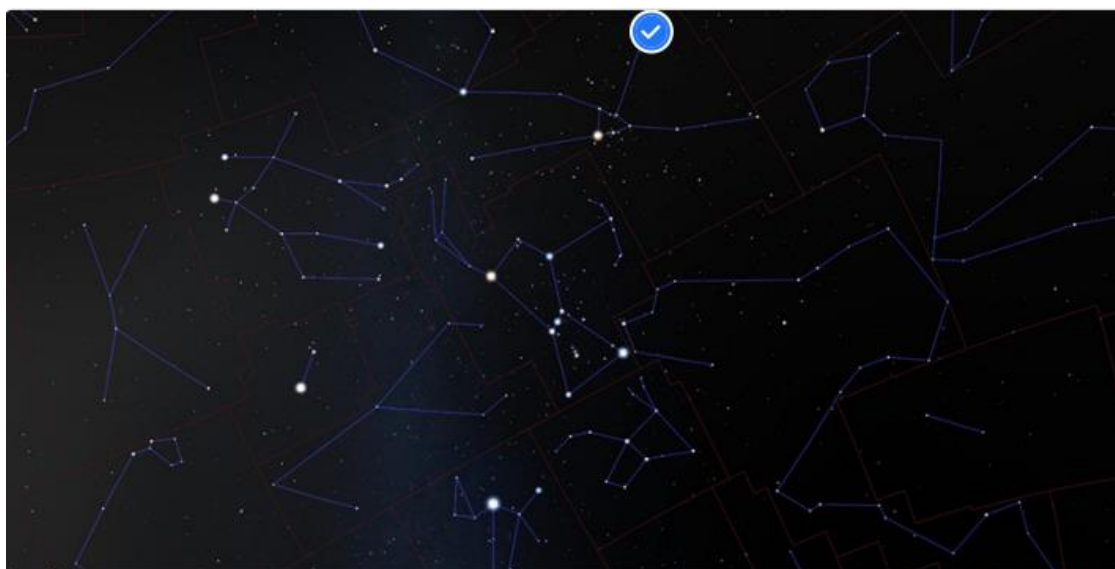
### Задание № 1.

---

**Условие:**

Отметьте на картинке скопление Плеяды.

**Ответ:**



Точное совпадение ответа — 4 балла

**Условие:**

Выберите звёзды, которые присутствуют на изображении:

**Ответ:**

- ✓ Кастор
- ✓ Сириус
- ✓ Процион
- ✓ Альдебаран
- ✓ Ригель
- ✓ Бетельгейзе
- ✓ Поллукс
- ✓ Беллатрикс

**За каждый верный ответ — 0.5 балла**

**Штраф за каждый неверный ответ — 0.5 балла**

**При выборе более 10 пунктов — 0 баллов**

**Максимальный балл за задание — 8 баллов**

*Решение.*

Плеяды — рассеянное звёздное скопление в созвездии Тельца. На изображении оно расположено у края кадра выше и немного правее звезды Альдебаран.

В списке перечислены яркие звёзды земного неба. На изображение попали Кастор и Поллукс (созвездие Близнецов), Сириус (Большой Пёс), Процион (Малый Пёс), Альдебаран (Телец), а также Ригель, Бетельгейзе и Беллатрикс (все — из созвездия Ориона).

## Задание № 2.

---

### Условие:

Расположите планеты в порядке увеличения их орбитальной (линейной) скорости.

### Ответ:

- ✓ Нептун
- ✓ Уран
- ✓ Сатурн
- ✓ Юпитер
- ✓ Марс
- ✓ Земля
- ✓ Венера
- ✓ Меркурий

**Конкретный балл за каждый пункт — 0.5 балла**

**Максимальный балл за задание — 4 балла**

### *Решение.*

Известно, что скорость на круговой орбите обратно пропорциональна корню из радиуса орбиты:  $V \propto 1/\sqrt{r}$ . Это утверждение можно получить различными способами: из формулы для круговой скорости, из 3-го закона Кеплера и т.д.

Таким образом, чем дальше планета от Солнца, тем медленнее она движется. Поэтому планеты необходимо расположить от самой далёкой от Солнца к самой близкой, то есть от Нептуна к Меркурию.

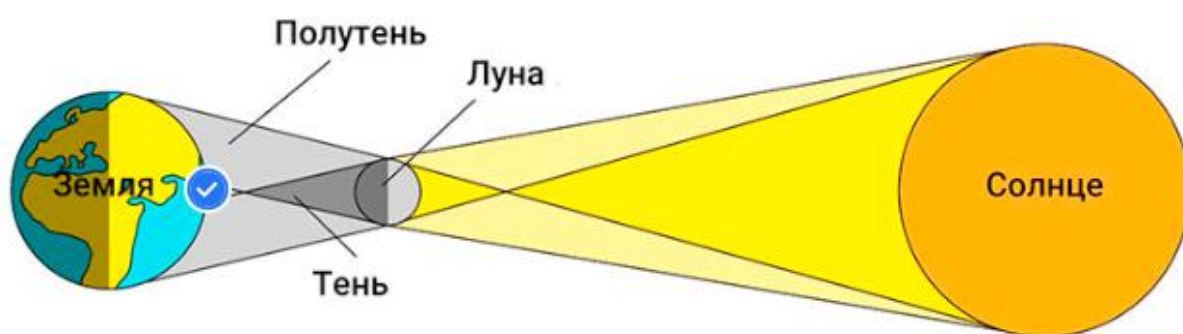
### Задание № 3.

---

#### Условие:

Отметьте на картинке область на поверхности Земли, где наблюдается кольцеобразное солнечное затмение.

#### Ответ:



**Точное совпадение ответа — 3 балла**

**Максимальный балл за задание — 3 балла**

#### *Решение.*

Если конус лунной тени не дотягивается до поверхности Земли, то наблюдатель, находящийся на линии Солнце — Луна, увидит диск Луны на фоне диска Солнца, и при этом угловой размер Луны будет меньше солнечного. Иными словами, область наблюдения кольцеобразного солнечного затмения лежит в области геометрического «продолжения» лунной тени.

#### Задание № 4.

---

#### Общее условие:

Город	Широта, ° с.ш.	Долгота, ° в.д.	Часовой пояс, UT
Санкт-Петербург	60	30	+3
Калининград	55	20	+2
Мурманск	69	33	+3
Владивосток	43	132	+10
Севастополь	45	34	+3
Петропавловск-Камчатский	53	159	+12
Иркутск	52	104	+8
Омск	56	73	+6

#### Условие:

Расположите города в порядке возрастания максимальной высоты звезды Кохаб (склонение  $+74^\circ$ ) при наблюдении из этих городов.

#### Ответ:

- ✓ Владивосток
- ✓ Севастополь
- ✓ Иркутск
- ✓ Петропавловск-Камчатский
- ✓ Калининград
- ✓ Омск
- ✓ Санкт-Петербург
- ✓ Мурманск

**Конкретный балл за каждый пункт — 0.5 балла (всего 4 балла)**

**Условие:**

Исходя из того, что в таблице представлены города как из самого восточного часового пояса России, так и из самого западного, определите, сколько раз в России встречаются один и тот же Новый год.

*Примечание: часовые пояса в России идут подряд, без «пробелов».*

**Ответ: 11**

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

**Условие:**

Представим себе, что в каждом городе зафиксировали момент верхней кульминации Веги по всемирному времени. Расположите города в соответствующем хронологическом порядке, начиная с самого восточного.

**Ответ:**

- ✓ Петропавловск-Камчатский
- ✓ Владивосток
- ✓ Иркутск
- ✓ Омск
- ✓ Севастополь
- ✓ Мурманск
- ✓ Санкт-Петербург
- ✓ Калининград

**Конкретный балл за каждый пункт — 0.5 балла (всего 4 балла)**

**Условие:**

Сколько времени прошло между верхними кульминациями Веги в первом и последнем городах из предыдущего списка? Считайте, что период вращения Земли вокруг своей оси равен 24 часам. Ответ запишите в формате ЧЧ:ММ.

**Ответ:** 09:16

**Точное совпадение ответа — 6 баллов**

**Максимальный балл за задание — 17 баллов**

*Решение.*

Высоту светила в верхней кульминации (то есть максимальную) можно вычислить по формуле:

$$h = 90^\circ - |\varphi - \delta|$$

Здесь  $\varphi$  — широта места наблюдения и  $\delta$  — склонение светила. Так как склонение звезды Кохаб больше всех представленных в таблице широт, получаем:

$$h = 90^\circ - \delta + \varphi = 90^\circ - 74^\circ + \varphi = 16^\circ + \varphi.$$

Таким образом, чем больше широта города, тем выше над горизонтом может оказаться Кохаб, и города нужно расположить по широтам от самого южного до самого северного — от Владивостока до Мурманска.

Самый западный город из списка, Калининград, находится во второй часовой зоне (UT+2), а самый восточный, Петропавловск-Камчатский, — в двенадцатой (UT+12). Итого получаем, что в России 11 часовых зон; столько раз на её территории и встречают Новый год.

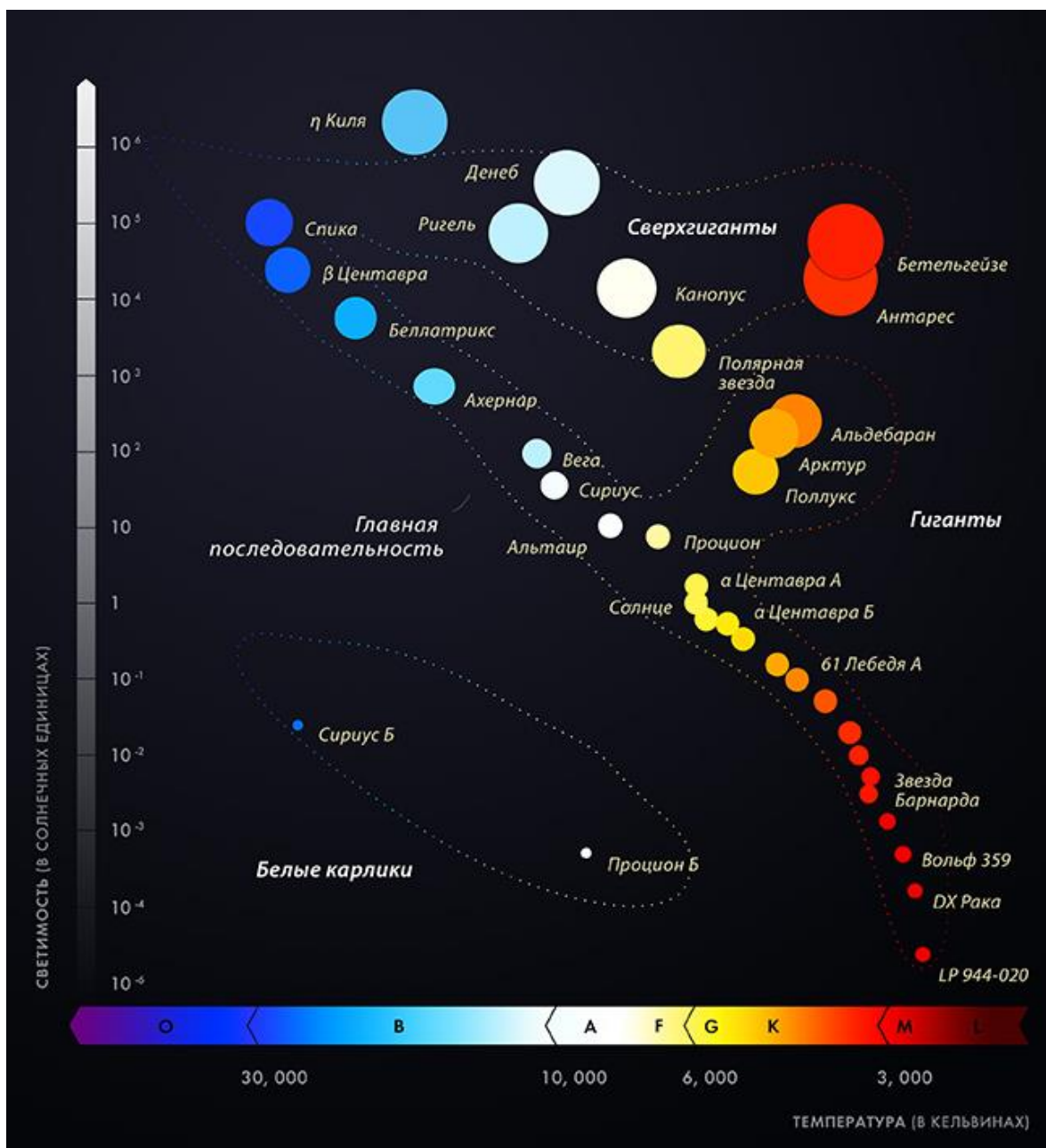
Пренебрегая разницей между солнечным и звёздным временем, мы можем сказать, что поворот Земли вокруг своей оси на  $15^\circ$  соответствует 1 часу ( $360^\circ$  соответствует 24 часам,  $1^\circ$  — 4 минутам). Момент верхней кульминации Веги на восточной долготе  $\lambda$  произойдёт на  $\lambda/15^\circ$  часов раньше, чем на гринвичском (нулевом) меридиане. Таким образом, чем восточнее расположен город, тем раньше по всемирному времени там произойдёт кульминация Веги, и города нужно расположить в порядке убывания их долготы — от Петропавловска-Камчатского до Калининграда. Между кульминациями Веги в Петропавловске-Камчатском и Калининграде прошло время, равное разности их долгот, выраженной в единицах времени:

$$\Delta t = \lambda_{ПК} - \lambda_{КГД} = 159^\circ - 20^\circ = 139^\circ = 556 \text{ минут} = 9 \text{ часов } 16 \text{ минут}.$$

## Задание № 5.

Общее условие:

Пользуясь приложенной диаграммой, ответьте на вопросы.



**Подсказка:** светимостью звезды называется мощность её излучения.

**Условие:**

Расположите указанные звёзды в порядке возрастания температуры их поверхности.

**Ответ:**

- ✓ Бетельгейзе
- ✓ Альдебаран
- ✓ Арктур
- ✓ Процион
- ✓ Сириус
- ✓ Ригель
- ✓ Ахернар
- ✓ Спика

**Конкретный балл за каждый пункт — 0.5 балла (всего 4 балла)**

**Условие:**

Принимая во внимание, что реальный радиус и цвет звёзд коррелируют с размером и цветом соответствующего кружка на диаграмме, выберите верные утверждения:

**Ответ:**

- Светимость звёзд зависит только от их температуры
- Светимость звёзд зависит только от их радиуса
- ✓ Холодные звёзды имеют красноватый цвет
- ✓ Температура поверхности Солнца около 6000 К

- ✓ Сверхгиганты могут быть как красными, так и голубыми
- Светимость самых ярких звёзд больше светимости Солнца примерно на порядок

**За каждый верный ответ — 2 балла**

**Штраф за каждый неверный ответ — 2 балла**

**При выборе более 5 пунктов — 0 баллов**

**Условие:**

Расположите указанные звёзды в порядке возрастания их светимости.

**Ответ:**

- ✓ Звезда Барнарда
- ✓ Солнце
- ✓ Альтаир
- ✓ Поллукс
- ✓ Арктур
- ✓ Ахернар
- ✓ Канопус
- ✓ Денеб

**Конкретный балл за каждый пункт — 0.5 балла (всего 4 балла)**

**Максимальный балл за задание — 14 баллов**

*Решение.*

Шкала температур на диаграмме традиционно инвертирована: холодные звёзды расположены справа, а горячие — слева. Таким образом, самой холодной звездой из списка является Бетельгейзе, самой горячей — Спика.

На диаграмме также видно, что звёзды равной светимости могут иметь разные радиусы и температуры, то есть светимость зависит одновременно от обоих параметров. Цвет звезды напрямую зависит от её температуры: холодные звёзды имеют красноватый цвет, а горячие звёзды голубые. Сверхгиганты бывают любого цвета, а их светимости могут превышать светимость Солнца в миллионы раз. Солнце — желтоватая звезда с температурой поверхности около 6000 К.

Чем выше звезда на диаграмме, тем больше её светимость. Наименьшая светимость среди указанных звёзд у звезды Барнарда, наибольшая — у Денеба.

## Задание № 6.

---

### Общее условие:

Дана фотография вечернего неба.

### Условие:

Отметьте на фотографии положение ядра кометы



Точное совпадение ответа — 4 балла

### Условие:

В какой стране могла быть сделана эта фотография?

### Ответ:

- Чили
- Норвегия

- Россия
- Канада
- Италия
- Германия
- Египет

**Точное совпадение ответа — 4 балла**

**Условие:**

В какой фазе была Луна за два дня до того, как была сделана эта фотография?

**Ответ:**

- Полнолуние
- Новолуние
- Первая четверть
- Последняя четверть
- Невозможно определить

**Точное совпадение ответа — 4 балла**

**Условие:**

Определите высоту ядра кометы над горизонтом. Ответ выразите в градусах, округлите до десятых.

**Ответ:** засчитывается в диапазоне [2; 3]

**Точное совпадение ответа — 4 балла**

**Максимальный балл за задание — 16 баллов**

*Решение.*

Ядро кометы — твёрдая часть кометы, которая находится в её «голове» и окружена комой.

На фотографии присутствует Луна: виден яркий тонкий серп, освещённый Солнцем напрямую, и так называемый «пепельный свет», когда на тёмную часть лунного диска падает солнечный свет, отражённый от поверхности Земли. «Рога» месяца направлены вверх, значит, место наблюдения находилось недалеко от экватора. Из предложенных вариантов относительно близко к экватору расположены северная часть Чили и юг Египта. На фотографии Солнце опустилось под горизонт уже достаточно глубоко, чтобы на небе были заметны звёзды. При этом газовый хвост кометы всегда направлен от Солнца, и его положение на фотографии однозначно указывает на то, что Солнце не может располагаться правее Луны, как это должно было быть на западе в Северном полушарии. Таким образом, кадр был сделан в приэкваториальной области Южного полушария — в Чили.

Вечером на закате наблюдается растущая Луна. Значит, за несколько дней до этого она была в новолунии.

Для определения углового масштаба изображения воспользуемся диском Луны, диаметр которого, как известно, равен примерно половине градуса. Расстояние от головы кометы до горизонта примерно в 5 раз больше, то есть равно 2.5 градусам.

## Задание № 7.

### Условие:

Установите соответствие между объектами и расстояниями до них.

### Ответ:

Солнце	150 миллионов километров
Большое Магелланово Облако	50 килопарсек
Туманность Конская Голова	1500 световых лет
Чёрная дыра Стрелец А*	27 тысяч световых лет
Луна	0.0026 астрономической единицы
Галактика Вертушка	6.4 мегапарсек
Квazar 3C 48	3.9 миллиардов световых лет
Галактика Андромеды	2.5 миллиона световых лет

За каждую верную пару — 0.5 балла (всего 4 балла)

### Условие:

Какой объект отмечен стрелкой на фотографии?



**Ответ:**

- Солнце
- Большое Магелланово Облако
- Туманность Конская Голова
- Чёрная дыра Стрелец А\*
- Луна
- Галактика Вертушка
- Квazar 3C 48
- Галактика Андромеды

**Точное совпадение ответа — 4 балла**

**Максимальный балл за задание — 8 баллов**

*Решение.*

Для начала вспомним соотношения между разными единицами длины:

$$1 \text{ а. е.} = 150 \text{ млн км} = 500 \text{ световых секунд};$$

$$1 \text{ пк} = 206\,265 \text{ а.е.} = 3.26 \text{ световых лет.}$$

Ближе всего к Земле расположена Луна. Из оставшихся объектов Солнечной системе принадлежит только Солнце. Туманность Конская Голова находится в нашей Галактике, причём она должна быть гораздо ближе её центра (в котором находится чёрная дыра Стрелец А\*), иначе мы бы не смогли её увидеть из-за сильного поглощения света в галактическом диске. Большое Магелланово Облако — небольшая галактика, спутник Млечного Пути. Галактика Андромеды — одна из ближайших крупных галактик, Вертушка расположена почти на порядок дальше. Квазары — одни из самых далёких наблюдаемых объектов.

Стрелкой отмечено Большое Магелланово Облако. Выше и правее можно заметить Малое Магелланово Облако, а ближе к горизонту — полосу Млечного Пути.

## Задание № 8.1

---

### Общее условие:

В альтернативной Вселенной расстояние между Солнцем и Землёй в 2 раза больше, чем у нас.

### Условие:

Как изменились годовые параллаксы звёзд в альтернативной Вселенной, если межзвёздные расстояния остались такими же?

### Ответ:

- Уменьшились в 2 раза
- Уменьшились в 4 раза
- Увеличились в 2 раза
- Увеличились в 4 раза
- Не изменились

**Точное совпадение ответа — 5 баллов**

### Условие:

Выразите альтернативный парсек в парсеках нашей Вселенной, полагая, что он определён аналогичным образом. Ответ округлите до десятых.

**Ответ: 2.0**

**Точное совпадение ответа — 5 баллов**

## Максимальный балл за задание — 10 баллов

*Решение.*

По определению годичный параллакс объекта — это угол, под которым с этого объекта виден радиус земной орбиты. Если радиус орбиты Земли увеличился в 2 раза, то и параллаксы тоже увеличились в 2 раза (мы можем пользоваться прямой пропорциональностью, так как углы малы).

Парсек — это расстояние, соответствующее параллаксу в  $1''$ . Из ответа на предыдущий вопрос следует, что в альтернативной вселенной 1 «наш» парсек соответствует параллаксу в  $2''$ , то есть альтернативный парсек должен быть в 2 раза больше (чем больше расстояние до объекта, тем меньше его параллакс).

## Задание № 8.2

---

### Общее условие:

В альтернативной Вселенной расстояние между Солнцем и Землёй в 4 раза больше, чем у нас.

### Условие:

Как изменились годовые параллаксы звёзд в альтернативной Вселенной, если межзвёздные расстояния остались такими же?

### Ответ:

- Уменьшились в 2 раза
- Уменьшились в 4 раза
- Увеличились в 2 раза
- Увеличились в 4 раза
- Не изменились

**Точное совпадение ответа — 5 баллов**

### Условие:

Выразите альтернативный парсек в парсеках нашей Вселенной, полагая, что он определён аналогичным образом. Ответ округлите до десятых.

**Ответ: 4.0**

**Точное совпадение ответа — 5 баллов**

**Максимальный балл за задание — 10 баллов**

*Решение по аналогии с заданием № 8.1*

### Задание № 8.3

---

#### Общее условие:

В альтернативной Вселенной расстояние между Солнцем и Землёй в 2 раза меньше, чем у нас.

#### Условие:

Как изменились годовые параллаксы звёзд в альтернативной Вселенной, если межзвёздные расстояния остались такими же?

#### Ответ:

- Уменьшились в 2 раза
- Уменьшились в 4 раза
- Увеличились в 2 раза
- Увеличились в 4 раза
- Не изменились

**Точное совпадение ответа — 5 баллов**

#### Условие:

Выразите альтернативный парсек в парсеках нашей Вселенной, полагая, что он определён аналогичным образом. Ответ округлите до десятых.

**Ответ: 0.5**

**Точное совпадение ответа — 5 баллов**

**Максимальный балл за задание — 10 баллов**

*Решение по аналогии с заданием № 8.1*

## Задание № 9.1

---

### **Общее условие:**

В другой альтернативной вселенной расстояние между Землёй и Солнцем по-прежнему равно 1 астрономической единице, но изменился радиус орбиты Венеры — теперь он составляет 0.55 а.е. Орбиты планет можно считать круговыми.

### **Условие:**

Определите продолжительность года на альтернативной Венере, полагая, что масса Солнца не изменилась. Ответ выразите в годах, округлите до сотых.

**Ответ:** 0.41

**Точное совпадение ответа — 5 баллов**

### **Условие:**

Определите максимальное угловое удаление альтернативной Венеры от Солнца для земного наблюдателя. Ответ выразите в градусах, округлите до целых.

**Ответ:** 33

**Точное совпадение ответа — 5 баллов**

**Максимальный балл за задание — 10 баллов**

*Решение.*

По третьему закону Кеплера:

$$\frac{T_B^2}{T_3^2} = \frac{a_B^3}{a_3^3}$$

Учитывая, что период обращения Земли вокруг Солнца равен 1 году, а радиус её орбиты — 1 астрономической единице, то выражение можно упростить:  $T_B^2 = a_B^3$ , где  $T$  и  $a$  выражены в годах и астрономических единицах, соответственно.

Тогда  $T_B = a_B^{\frac{3}{2}} = 0.55^{\frac{3}{2}} \approx 0.41$  лет.

Максимальное угловое удаление Венеры от Солнца называется максимальной элонгацией и соответствует моменту, когда прямая Земля - Венера является касательной к орбите Венеры. Тогда в треугольнике «Солнце – Земля – Венера» угол при Венере оказывается прямым, и искомый угол равен:

$$\gamma = \sin^{-1} \frac{a_B}{a_3} = \sin^{-1} \frac{0.55}{1} = 33^\circ.$$

## Задание № 9.2

---

### **Общее условие:**

В другой альтернативной вселенной расстояние между Землёй и Солнцем по-прежнему равно 1 астрономической единице, но изменился радиус орбиты Венеры — теперь он составляет 0.64 а.е. Орбиты планет можно считать круговыми.

### **Условие:**

Определите продолжительность года на альтернативной Венере, полагая, что масса Солнца не изменилась. Ответ выразите в годах, округлите до сотых.

**Ответ: 0.51**

**Точное совпадение ответа — 5 баллов**

### **Условие:**

Определите максимальное угловое удаление альтернативной Венеры от Солнца для земного наблюдателя. Ответ выразите в градусах, округлите до целых.

**Ответ: 40**

**Точное совпадение ответа — 5 баллов**

**Максимальный балл за задание — 10 баллов**

*Решение по аналогии с заданием № 9.1*

### Задание № 9.3

---

#### **Общее условие:**

В другой альтернативной вселенной расстояние между Землёй и Солнцем по-прежнему равно 1 астрономической единице, но изменился радиус орбиты Венеры — теперь он составляет 0.85 а.е. Орбиты планет можно считать круговыми.

#### **Условие:**

Определите продолжительность года на альтернативной Венере, полагая, что масса Солнца не изменилась. Ответ выразите в годах, округлите до сотых.

**Ответ: 0.78**

**Точное совпадение ответа — 5 баллов**

#### **Условие:**

Определите максимальное угловое удаление альтернативной Венеры от Солнца для земного наблюдателя. Ответ выразите в градусах, округлите до целых.

**Ответ: 58**

**Точное совпадение ответа — 5 баллов**

**Максимальный балл за задание — 10 баллов**

*Решение по аналогии с заданием № 9.1*

## Задание № 10.1

---

### Общее условие:

Любитель астрономии наблюдает в телескоп полную Луну. Затем он закрывает объектив телескопа непрозрачной крышкой с отверстием, диаметр которого в 2 раза меньше диаметра объектива. Считайте, что дополнительных потерь света внутри телескопа не происходит.

### Условие:

Чему равно отношение яркости получившегося изображения к яркости исходного? Ответ округлите до сотых.

**Ответ:** 0.25

**Точное совпадение ответа — 5 баллов**

### Условие:

Как будет выглядеть получившееся изображение Луны в телескопе, если отверстие расположено несимметрично относительно центра крышки?

### Ответ:

- Будет видна только центральная часть диска Луны
- Будет видна часть Луны, соответствующая положению отверстия на крышке
- Луна будет видна целиком, но её размер уменьшится

✓ Луна будет видна целиком, её размер не изменится

**Точное совпадение ответа — 5 баллов**

**Максимальный балл за задание — 10 баллов**

*Решение.*

Количество света, попадающего в оптическую систему, пропорционально площади объектива. При использовании крышки эффективная площадь объектива равна площади открытого отверстия. Так как диаметр отверстия в 2 раза меньше диаметра объектива, то эффективная площадь уменьшилась в  $2^2 = 4$  раза, и яркость изображения составила  $1/4$  от исходной.

Часть объектива строит изображение точно так же, как и весь объектив целиком. В любую точку изображения приходят лучи со всей открытой поверхности объектива; крышка перекроет часть лучей, но геометрические пути оставшихся никак не изменятся. Поэтому изображение Луны геометрически никак не изменится, но станет тусклее.

## Задание № 10.2

---

### Общее условие:

Любитель астрономии наблюдает в телескоп полную Луну. Затем он закрывает объектив телескопа непрозрачной крышкой с отверстием, диаметр которого в 3 раза меньше диаметра объектива. Считайте, что дополнительных потерь света внутри телескопа не происходит.

### Условие:

Чему равно отношение яркости получившегося изображения к яркости исходного? Ответ округлите до сотых.

**Ответ:** 0.11

**Точное совпадение ответа — 5 баллов**

### Условие:

Как будет выглядеть получившееся изображение Луны в телескопе, если отверстие расположено несимметрично относительно центра крышки?

### Ответ:

- Будет видна только центральная часть диска Луны
- Будет видна часть Луны, соответствующая положению отверстия на крышке
- Луна будет видна целиком, но её размер уменьшится

✓ Луна будет видна целиком, её размер не изменится

**Точное совпадение ответа — 5 баллов**

**Максимальный балл за задание — 10 баллов**

*Решение по аналогии с заданием № 10.1*

### Задание № 10.3

---

#### Общее условие:

Любитель астрономии наблюдает в телескоп полную Луну. Затем он закрывает объектив телескопа непрозрачной крышкой с отверстием, диаметр которого в 4 раза меньше диаметра объектива. Считайте, что дополнительных потерь света внутри телескопа не происходит.

#### Условие:

Чему равно отношение яркости получившегося изображения к яркости исходного? Ответ округлите до сотых.

**Ответ:** 0.06

**Точное совпадение ответа — 5 баллов**

#### Условие:

Как будет выглядеть получившееся изображение Луны в телескопе, если отверстие расположено несимметрично относительно центра крышки?

#### Ответ:

- Будет видна только центральная часть диска Луны
- Будет видна часть Луны, соответствующая положению отверстия на крышке
- Луна будет видна целиком, но её размер уменьшится

✓ Луна будет видна целиком, её размер не изменится

**Точное совпадение ответа — 5 баллов**

**Максимальный балл за задание — 10 баллов**

*Решение по аналогии с заданием № 10.1*

## Разбор заданий школьного этапа ВсОШ по астрономии

для 11 класса

2023/24 учебный год

Максимальное количество баллов — 100

### Задание № 1.

---

**Условие:**

Отметьте на картинке Регул.

**Ответ:**



Точное совпадение ответа — 3 балла

**Условие:**

Выберите самую яркую звезду из изображённых:

**Ответ:**

- Регул
- Денебола
- Арктур
- Сердце Карла
- Мицар
- Гемма
- Сириус
- Канопус

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

Выберите созвездия, граничащие с Волопасом:

**Ответ:**

- Северная Корона
- Змея
- Дева
- Волосы Вероники
- Гончие Псы
- Дракон
- Геркулес

✓ Большая Медведица

**За каждый верный ответ — 0.5 балла**

**Штраф за каждый неверный ответ — 0.5 балла**

**При выборе более 10 пунктов — 0 баллов**

**Максимальный балл за задание — 9 баллов**

*Решение.*

Регул — самая яркая звезда в созвездии Льва.

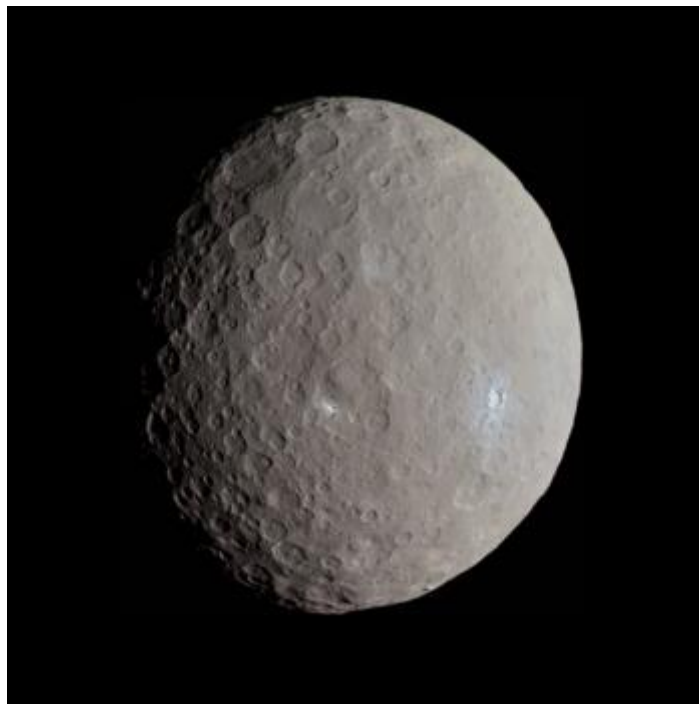
Самая яркая звезда на изображении — Арктур (Альфа Волопаса). Она также является самой яркой звездой во всём Северном полушарии небесной сферы.

По отмеченным на изображении границам созвездий можно определить, что Волопас имеет общую границу с восемью созвездиями. Среди них довольно легко узнать астеризмы Геркулеса, Большой Медведицы, Девы, Змеи и Северной Короны. Два созвездия без относительно ярких звёзд справа — Гончие Псы и Волосы Вероники. Сверху виден кусочек ещё одного созвездия; оно явно должно быть околополярным, так как находится севернее Большой Медведицы. Это Дракон.

## Задание № 2.

---

**Условие:**



Выберите единственную карликовую планету, которая расположена ближе к Солнцу, чем Юпитер:

**Ответ:**

- Церера
- Меркурий
- Макемаке
- Плутон
- Эрида
- Хаумеа
- Седна
- Паллада

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

**Максимальный балл за задание — 3 балла**

*Решение.*

В Солнечной системе только одна карликовая планета — Церера — находится в Главном поясе астероидов, то есть между орбитами Марса и Юпитера. Остальные карликовые планеты (Плутон, Эрида, Макемаке, Хаумеа) и кандидаты в их число (Седна) являются транснептуновыми объектами.

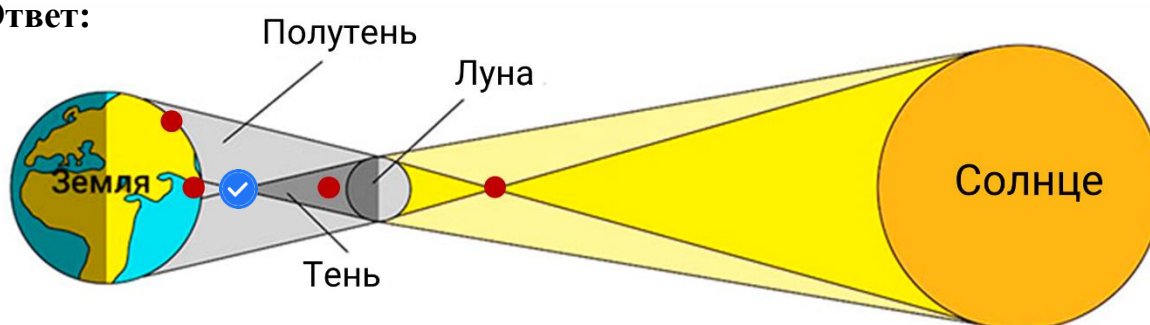
Остальные объекты в списке не являются карликовыми планетами. Меркурий — планета, Паллада — один из крупнейших астероидов Главного пояса.

### Задание № 3.

#### Условие:

Отметьте на рисунке точку, в которой наблюдается полное солнечное затмение с фазой, в точности равной 1:

#### Ответ:



Точное совпадение ответа — 3 балла

Максимальный балл за задание — 3 балла

#### Решение.

Если фаза затмения равна единице, то это значит, что наблюдаемые угловые размеры Солнца и Луны в точности совпадают. Из схемы видно, что для этого наблюдатель должен находиться в вершине конуса лунной тени (в точке С). В точке А, находящейся в полутени, наблюдается частное затмение, в точке В — кольцеобразное. В точке D наблюдается полное затмение, но фаза больше единицы, так как угловой размер Луны больше, чем угловой размер Солнца. В точке Е затмение не наблюдается.

## Задание № 4.

---

### Условие:

Расположите диапазоны электромагнитного излучения в порядке возрастания длины волны.

### Ответ:

- ✓ Гамма-излучение
- ✓ Рентгеновское излучение
- ✓ Ультрафиолетовое излучение
- ✓ Видимое излучение
- ✓ Инфракрасное излучение
- ✓ Радиоизлучение

**Конкретный балл за каждый пункт — 0.5 балла (всего 3 балла)**

### Условие:

На какую примерно длину волны приходится середина оптического (видимого) диапазона?

### Ответ:

- 1 ангстрем
- 500 ангстрем
- ✓  550 нанометров
- 1 сантиметр
- 1 метр

- 3800 ангстрем
- 760 нанометров

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

**Условие:**

Выберите явления и понятия, относящиеся к электромагнитному излучению:

**Ответ:**

- Альфа-излучение
- Бета-излучение
- Гамма-излучение
- Реликтовое излучение
- Тепловое излучение
- Космические лучи
- Синхротронное излучение
- Гравитационное излучение

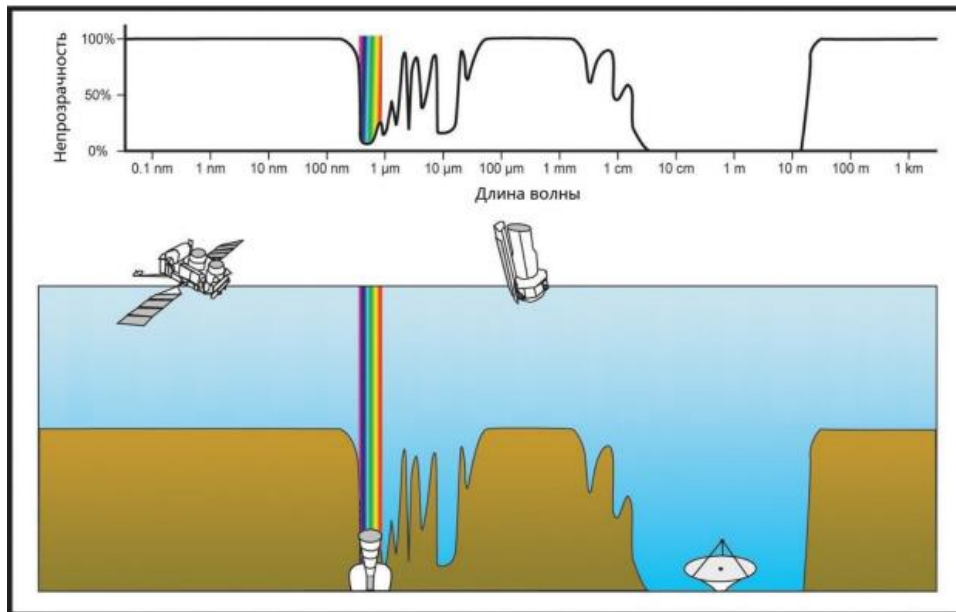
**За каждый верный ответ — 1 балл**

**Штраф за каждый неверный ответ — 1 балл**

**При выборе более 6 пунктов — 0 баллов**

**Условие:**

Прозрачность земной атмосферы различна для разных длин волн электромагнитного излучения. Определите, в каких диапазонах длин волн наблюдения с поверхности Земли возможны, а в каких — нет



**Ответ:**

Атмосфера непрозрачна, наблюдения невозможны	Ультрафиолетовое излучение
	Рентгеновское излучение
	Длинноволновое радиоизлучение
Атмосфера частично непрозрачна, наблюдения возможны только в узких «окнах»	Инфракрасное излучение
Атмосфера достаточно прозрачна, наблюдения ведутся	Видимое излучение
	Ультракоротковолновое радиоизлучение (до 10 м)

**За каждую верную пару — 1 балл (всего 6 баллов)**

**Максимальный балл за задание — 16 баллов**

*Решение.*

Самые короткие длины волн относятся к гамма-излучению, самые длинные — к радио. Середина видимого диапазона приходится на зелёный свет с длиной волны около 550 нм (5500 ангстрем).

К электромагнитному излучению относятся гамма-излучение (самое коротковолновое), реликтовое излучение (фоновое излучение во Вселенной, образовавшееся после Большого Взрыва), тепловое (излучение нагретых тел) и синхротронное (излучение релятивистских заряженных частиц в магнитном поле). Альфа-излучение — поток ядер гелия-4, бета-излучение — поток электронов и позитронов. Космические лучи — общее название потоков заряженных частиц высокой энергии в космическом пространстве. Гравитационное излучение — излучение гравитационных волн (колебаний пространства-времени) массами, движущимися с переменным ускорением.

Атмосфера Земли достаточно прозрачна для наблюдений только в видимом диапазоне и для ультракоротких (до 10 м) радиоволн. В инфракрасном диапазоне наблюдения возможны только в «окнах прозрачности» на определённых длинах волн. Во всех остальных диапазонах электромагнитных волн земная атмосфера непрозрачна.

### Задание № 5.

---

**Общее условие:**

Город	Широта, ° с.ш.	Долгота, ° в.д.	Часовой пояс, UT
Санкт-Петербург	60	30	+3
Калининград	55	20	+2
Мурманск	69	33	+3
Владивосток	43	132	+10
Севастополь	45	34	+3
Петропавловск-Камчатский	53	159	+12
Иркутск	52	104	+8
Омск	56	73	+6

**Условие:**

Расположите города в порядке возрастания максимальной высоты звезды Мицар (склонение  $+55^\circ$ ) при наблюдении из этих городов.

**Ответ:**

- ✓ Мурманск
- ✓ Владивосток
- ✓ Севастополь
- ✓ Санкт-Петербург
- ✓ Иркутск
- ✓ Петропавловск-Камчатский
- ✓ Омск

✓ Калининград

**Конкретный балл за каждый пункт — 0.75 балла (всего 6 баллов)**

**Условие:**

Исходя из того, что в таблице представлены города как из самого восточного часового пояса России, так и из самого западного, определите, сколько раз в России встречаются один и тот же Новый год.

*Примечание: часовые пояса в России идут подряд, без «пробелов».*

**Ответ: 11**

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

**Условие:**

Расположите города в порядке возрастания разницы между гражданским (административным) временем и местным средним солнечным временем.

**Ответ:**

- ✓ Калининград
- ✓ Севастополь
- ✓ Мурманск
- ✓ Санкт-Петербург
- ✓ Иркутск
- ✓ Омск
- ✓ Владивосток

✓ Петропавловск-Камчатский

**За каждый верный ответ — 0.75 балла**

**Штраф за каждый неверный ответ — 1 балл**

**Условие:**

Чему равна наибольшая разница между гражданским и средним солнечным временем в этих городах? Ответ запишите в формате ЧЧ:ММ.

**Ответ:** 01:24

**Точное совпадение ответа — 5 баллов**

**Максимальный балл за задание — 20 баллов**

*Решение.*

Высоту светила в верхней кульминации (то есть максимальную) можно вычислить по формуле:

$$h = 90^\circ - |\varphi - \delta|.$$

Здесь  $\varphi$  — широта места наблюдения и  $\delta$  — склонение светила. Отсюда получаем, что чем больше по модулю разность широты места наблюдения и склонения Мицара, тем меньше будет его максимальная высота.

Вычисляем  $|\varphi - \delta|$  для всех городов и получаем, что наименьшей высоты Мицар достигает в Мурманске ( $|\varphi - \delta| = |69^\circ - 55^\circ| = 14^\circ$ ;  $h = 76^\circ$ ), наибольшей — в Калининграде ( $|\varphi - \delta| = 0^\circ$ , верхняя кульминация происходит в зените).

Самый западный город из списка, Калининград, находится во второй часовой зоне (UT+2), а самый восточный, Петропавловск-Камчатский, — в двенадцатой (UT+12). Итого получаем, что в России 11 часовых зон; столько раз на её территории и встречают Новый год.

Отличие гражданского времени каждого города от всемирного указано в последнем столбце таблицы (обозначим его как  $x$ ). Местное солнечное время отличается от всемирного на долготу  $\lambda$ , выраженную в единицах времени, где  $15^\circ$  соответствует 1 часу ( $360^\circ$  соответствует 24 часам,  $1^\circ$  — 4 минутам). Таким образом, для каждого города необходимо вычислить разность  $(x - \lambda)$ . Заметим, что это не обязательно делать в часах, а несколько удобнее, наоборот, выразить  $x$  в градусах соответствующей долготы, просто умножая  $x$  на 15. В итоге получаем, что разница между гражданским и местным солнечным временем наименьшая для Калининграда ( $x = 2 \text{ часа} = 30^\circ \text{ в.д.}$ ;  $x - \lambda = 10^\circ$ ), наибольшая — для Петропавловска-Камчатского ( $x = 12 \text{ часов} = 180^\circ \text{ в.д.}$ ;  $x - \lambda = 21^\circ$ ).

Для ответа на последний вопрос переведем найденную разность для Петропавловска-Камчатского в единицы времени:

$$21^\circ = 84 \text{ минуты} = 1 \text{ час } 24 \text{ минуты.}$$

## Задание № 6.

---

### Общее условие:

Дана фотография вечернего неба.

### Условие:

Отметьте на фотографии положение ядра кометы.

### Ответ:



Точное совпадение ответа — 4 балла

**Условие:**

В какой стране могла быть сделана эта фотография?

**Ответ:**

- США
- Норвегия
- Россия
- Новая Зеландия
- Италия
- Китай
- Эквадор

**Точное совпадение ответа — 4 балла**

**Условие:**

Определите яркий объект рядом с Луной:

**Ответ:**

- Вега
- Плутон
- Уран
- Венера
- Веста
- Регул

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

**Максимальный балл за задание — 11 баллов**

*Решение.*

Ядро кометы — твёрдая часть кометы, которая находится в её «голове» и окружена комой.

Газовый хвост кометы всегда направлен от Солнца, и его положение на фотографии однозначно указывает на то, что Солнце располагается значительно левее и ниже Луны. Так как на фотографии изображена западная сторона горизонта, то можно сделать вывод, что кадр был сделан в средних широтах Южного полушария — в Новой Зеландии. (В Северном полушарии Солнце было бы правее.)

Яркость объекта рядом с Луной значительно превышает яркость всех звёзд, попавших в кадр. Из перечисленного в списке это может быть только Венера.

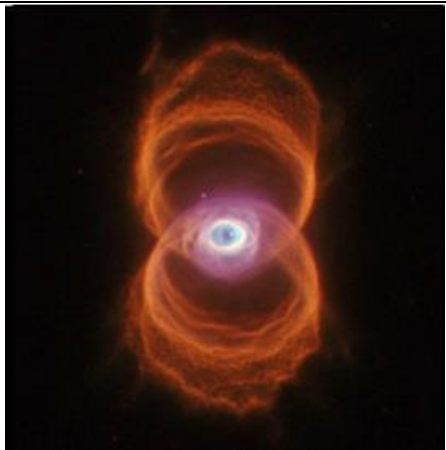

## Задание № 7.




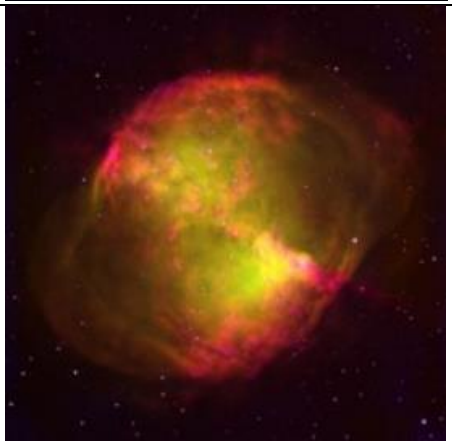

---

### Условие:

Выберите названия изображённых планетарных туманностей.

### Ответ:

 A planetary nebula with a central bright core and two lobes extending outwards, resembling an hourglass. The lobes are primarily orange and red, with a purple and blue core.	Песочные часы
 A planetary nebula with a central bright core and a surrounding ring of gas. The ring is primarily blue and green, with a reddish outer edge.	Улитка
 A planetary nebula with a central bright core and a surrounding ring of gas. The ring is primarily yellow and orange, with a blue and green core.	Кольцо

	<p>Кошачий Глаз</p>
	<p>Муравей</p>
	<p>Бабочка</p>
	<p>Гантель</p>
	<p>Эскимос</p>

**Конкретный балл за каждый пункт — 1 балл (всего 8 баллов)**

## **Максимальный балл за задание — 8 баллов**

*Решение.*

В задании приведены фотографии известных планетарных туманностей. Стоит отметить, что внешний вид туманностей часто отражается в названии — так, например, туманность Песочные Часы действительно напоминает песочные часы, Бабочка — бабочку, Эскимос — лицо в меховом капюшоне, а туманность Кольцо имеет наиболее простую форму.

## Задание № 8.1

---

### **Общее условие:**

В альтернативной Вселенной температура всех звёзд на 10 % больше.

### **Условие:**

На сколько процентов выросла светимость звёзд в альтернативной Вселенной по сравнению с нашими звёздами, если их радиусы не изменились? Ответ округлите до десятых.

**Ответ:** 46.4

**Точное совпадение ответа — 5 баллов**

### **Условие:**

Насколько изменились по модулю абсолютные звёздные величины звёзд в альтернативной Вселенной? Ответ округлите до сотых.

**Ответ:** 0.41

**Точное совпадение ответа — 5 баллов**

**Максимальный балл за задание — 10 баллов**

*Решение.*

По закону Стефана-Больцмана светимость звезды в приближении абсолютно чёрного тела пропорциональна четвёртой степени температуры:

$L = 4\pi R^2 \sigma T^4$ . Таким образом, светимость звёзд увеличится в  $(L : L_0) = (T : T_0)^4 = 1.1^4 \approx 1.464$  раз, то есть на 46.4 % раз.

Так как абсолютная звёздная величина по сути является видимой звёздной величиной, определённой для «стандартного» расстояния в 10 пк, мы можем воспользоваться формулой Погсона, заменив освещённость на светимость, а видимую звёздную величину — на абсолютную:

$$\Delta M = 2.5 \lg(L : L_0) = 2.5 \lg(1.464) \approx 0.41.$$

## Задание № 8.2

---

### **Общее условие:**

В альтернативной Вселенной температура всех звёзд на 15 % больше.

### **Условие:**

На сколько процентов выросла светимость звёзд в альтернативной Вселенной по сравнению с нашими звёздами, если их радиусы не изменились? Ответ округлите до десятых.

**Ответ:** 74.9

**Точное совпадение ответа — 5 баллов**

### **Условие:**

Насколько изменились по модулю абсолютные звёздные величины звёзд в альтернативной Вселенной? Ответ округлите до сотых.

**Ответ:** 0.61

**Точное совпадение ответа — 5 баллов**

**Максимальный балл за задание — 10 баллов**

*Решение по аналогии с заданием № 8.1*

### Задание № 8.3

---

**Общее условие:**

В альтернативной Вселенной температура всех звёзд на 8 % больше.

**Условие:**

На сколько процентов выросла светимость звёзд в альтернативной Вселенной по сравнению с нашими звёздами, если их радиусы не изменились? Ответ округлите до десятых.

**Ответ:** 36.0

**Точное совпадение ответа — 5 баллов**

**Условие:**

Насколько изменились по модулю абсолютные звёздные величины звёзд в альтернативной Вселенной? Ответ округлите до сотых.

**Ответ:** 0.33

**Точное совпадение ответа — 5 баллов**

**Максимальный балл за задание — 10 баллов**

*Решение по аналогии с заданием № 8.1*

## Задание № 9.1

---

### Условие:

В другой альтернативной Вселенной радиус и масса Земли уменьшились в 2 раза. Рассчитайте отношение ускорения свободного падения на альтернативной Земле к «нашему»  $g$ . Ответ округлите до сотых.

**Ответ:** 2.00

**Точное совпадение ответа — 5 баллов**

### Условие:

Как изменились суточные параллаксы в альтернативной Вселенной, если расстояния в космосе остались такими же?

**Ответ:**

- Уменьшились в 2 раза
- Уменьшились в 4 раза
- Увеличились в 2 раза
- Увеличились в 4 раза
- Не изменились

**Точное совпадение ответа — 5 баллов**

**Максимальный балл за задание — 10 баллов**

*Решение.*

Ускорение свободного падения на поверхности тела пропорционально его массе и обратно пропорционально квадрату его радиуса:

$$G = GM : R^2.$$

Таким образом, получаем отношение ускорения свободного падения  $g$  на альтернативной Земле к «нашему»  $g_0$ :

$$\frac{g}{g_0} = \frac{\frac{GM}{2}}{\left(\frac{R}{2}\right)^2} : \frac{GM}{R^2} = \frac{4}{2} = 2.00.$$

Суточный параллакс — это угол, под которым со светила виден радиус Земли, проведённый в точку наблюдения (в частности, если радиус Земли будет расположен перпендикулярно лучу зрения, это будет горизонтальный параллакс). Ввиду того, что параллаксы малы, мы можем считать, что они прямо пропорциональны радиусу Земли. Так как радиус Земли уменьшился в 2 раза, то и параллаксы уменьшатся в 2 раза.

## Задание № 9.2

---

### Условие:

В другой альтернативной Вселенной радиус и масса Земли увеличились в 2 раза. Рассчитайте отношение ускорения свободного падения на альтернативной Земле к «нашему»  $g$ . Ответ округлите до сотых.

**Ответ:** 0.50

**Точное совпадение ответа — 5 баллов**

### Условие:

Как изменились суточные параллаксы в альтернативной Вселенной, если расстояния в космосе остались такими же?

**Ответ:**

- Уменьшились в 2 раза
- Уменьшились в 4 раза
- Увеличились в 2 раза
- Увеличились в 4 раза
- Не изменились

**Точное совпадение ответа — 5 баллов**

**Максимальный балл за задание — 10 баллов**

*Решение по аналогии с заданием № 9.1*

### Задание № 9.3

---

**Условие:**

В другой альтернативной Вселенной радиус и масса Земли увеличились в 4 раза. Рассчитайте отношение ускорения свободного падения на альтернативной Земле к «нашему»  $g$ . Ответ округлите до сотых.

**Ответ:** 0.25

**Точное совпадение ответа — 5 баллов**

**Условие:**

Как изменились суточные параллаксы в альтернативной Вселенной, если расстояния в космосе остались такими же?

**Ответ:**

- Уменьшились в 2 раза
- Уменьшились в 4 раза
- Увеличились в 2 раза
- Увеличились в 4 раза
- Не изменились

**Точное совпадение ответа — 5 баллов**

**Максимальный балл за задание — 10 баллов**

*Решение по аналогии с заданием № 9.1*

## Задание № 10.1

---

### Общее условие:

Любитель астрономии наблюдает в телескоп полную Луну. Затем он закрывает объектив телескопа непрозрачной крышкой с отверстием, диаметр которого в 1.5 раза меньше диаметра объектива. Считайте, что дополнительных потерь света внутри телескопа не происходит.

### Условие:

Чему равно отношение яркости получившегося изображения к яркости исходного? Ответ округлите до сотых.

**Ответ:** 0.44

**Точное совпадение ответа — 5 баллов**

### Условие:

Как будет выглядеть получившееся изображение Луны в телескопе, если отверстие расположено несимметрично относительно центра крышки?

### Ответ:

- Будет видна только центральная часть диска Луны
- Будет видна часть Луны, соответствующая положению отверстия на крышке
- Луна будет видна целиком, но её размер уменьшится

✓ Луна будет видна целиком, её размер не изменится

**Точное совпадение ответа — 5 баллов**

**Максимальный балл за задание — 10 баллов**

*Решение.*

Количество света, попадающего в оптическую систему, пропорционально площади объектива. При использовании крышки эффективная площадь объектива равна площади открытого отверстия. Так как диаметр отверстия в 1.5 раза меньше диаметра объектива, то эффективная площадь уменьшилась в  $1.5^2 = 2.25$  раза, и яркость изображения составила  $1 : 2.25 \approx 0.44$  от исходной.

Часть объектива строит изображение точно так же, как и весь объектив целиком. В любую точку изображения приходят лучи со всей открытой поверхности объектива; крышка перекроет часть лучей, но геометрические пути оставшихся никак не изменятся. Поэтому изображение Луны геометрически никак не изменится, но станет тусклее.

## Задание № 10.2

---

### Общее условие:

Любитель астрономии наблюдает в телескоп полную Луну. Затем он закрывает объектив телескопа непрозрачной крышкой с отверстием, диаметр которого в 2.5 раза меньше диаметра объектива. Считайте, что дополнительных потерь света внутри телескопа не происходит.

### Условие:

Чему равно отношение яркости получившегося изображения к яркости исходного? Ответ округлите до сотых.

**Ответ:** 0.16

**Точное совпадение ответа — 5 баллов**

### Условие:

Как будет выглядеть получившееся изображение Луны в телескопе, если отверстие расположено несимметрично относительно центра крышки?

### Ответ:

- Будет видна только центральная часть диска Луны
- Будет видна часть Луны, соответствующая положению отверстия на крышке
- Луна будет видна целиком, но её размер уменьшится

✓ Луна будет видна целиком, её размер не изменится

**Точное совпадение ответа — 5 баллов**

**Максимальный балл за задание — 10 баллов**

*Решение по аналогии с заданием № 10.1*

### Задание № 10.3

---

#### Общее условие:

Любитель астрономии наблюдает в телескоп полную Луну. Затем он закрывает объектив телескопа непрозрачной крышкой с отверстием, диаметр которого в 3.5 раза меньше диаметра объектива. Считайте, что дополнительных потерь света внутри телескопа не происходит.

#### Условие:

Чему равно отношение яркости получившегося изображения к яркости исходного? Ответ округлите до сотых.

**Ответ:** 0.08

**Точное совпадение ответа — 5 баллов**

#### Условие:

Как будет выглядеть получившееся изображение Луны в телескопе, если отверстие расположено несимметрично относительно центра крышки?

#### Ответ:

- Будет видна только центральная часть диска Луны
- Будет видна часть Луны, соответствующая положению отверстия на крышке
- Луна будет видна целиком, но её размер уменьшится

✓ Луна будет видна целиком, её размер не изменится

**Точное совпадение ответа — 5 баллов**

**Максимальный балл за задание — 10 баллов**

*Решение по аналогии с заданием № 10.1*