

## Разбор заданий школьного этапа ВсОШ по астрономии

для 9 класса

2024/25 учебный год

Максимальное количество баллов — 100

### Задание № 1.1

---

#### Условие:

Выберите верные утверждения:

#### Ответ:

- Планетарные туманности образуются после разрушения планет
- Млечный Путь и галактика Андромеды столкнутся в будущем
- Солнце находится внутри шарового скопления звёзд
- В центре Млечного Пути находится сверхмассивная чёрная дыра
- Млечный Путь относится к типу спиральных галактик с баром (перемычкой)
- Расстояние до большинства галактик не превышает 1 мегапарсека
- Солнце движется вокруг центра Млечного Пути со скоростью, близкой к световой

**За каждый верный ответ — 2 балла**

**За каждую ошибку снимается 1 балл**

**Максимальный балл за задание — 6**

#### *Решение.*

Млечный Путь — спиральная галактика с баром (перемычкой). В центре Млечного Пути находится сверхмассивная чёрная дыра. В нашей Галактике находятся около полутора сотен шаровых звёздных скоплений и несколько десятков тысяч рассеянных скоплений. При этом Солнце — одиночная звезда

и ни в какое скопление не входит. Солнечная система расположена на расстоянии около 8 килопарсек от центра Галактики и движется вокруг него со скоростью 220 км/с.

Планетарные туманности — ещё один вид объектов, наблюдаемых в нашей Галактике. Они представляют собой итог эволюции звёзд средней массы. К планетам эти туманности не имеют отношения: их назвали «планетарными» за округлую форму, которая при наблюдении в телескоп делает их похожими на диски планет.

Одна из самых близких к Млечному Пути галактик — это Туманность Андромеды, она находится на расстоянии 0.76 Мпк от нас и приближается со скоростью около 300 км/с.

## Задание № 1.2

---

### Условие:

Выберите верные утверждения:

### Ответ:

- Солнце движется вокруг центра Млечного Пути со скоростью, близкой к световой
- Планетарные туманности образуются после разрушения планет
- Расстояние до большинства галактик больше 1 мегапарсека
- Млечный Путь относится к типу гигантских эллиптических галактик
- Солнце не входит ни в какое шаровое скопление
- В Млечном Пути нет чёрных дыр
- Млечный Путь и галактика Андромеды столкнутся в будущем

**За каждый верный ответ — 2 балла**

**За каждую ошибку снимается 1 балл**

**Максимальный балл за задание — 6**

*Решение по аналогии с заданием 1.1*

## Задание № 2.1

---

### Условие:

Известно, что горизонтальный параллакс Солнца равен 8.8 угловой секунды. Выберите объекты, горизонтальный параллакс которых может превышать 1 угловую секунду:

### Ответ:

- ✓ Комета Галлея
- Проксима Центавра
- ✓ Венера
- Туманность Улитка
- Плеяды
- ✓ Луна
- ✓ Ио
- Плутон

**За каждый верный ответ — 2 балла**

**За каждую ошибку снимается 1 балл**

**Максимальный балл за задание — 8**

### *Решение.*

Параллакс обратно пропорционален расстоянию до объекта. Расстояние до Солнца равно 1 астрономической единице, соответственно, горизонтальный параллакс будет равен 1 угловой секунде для объекта, который находится в 8.8 раз дальше Солнца, то есть на расстоянии 8.8 а. е. от Земли. Это больше радиуса орбиты Юпитера, но немного меньше радиуса орбиты Сатурна. Если объект расположен ближе 8.8 а. е., то его параллакс будет больше 1". В списке это Венера (внутренняя планета, поэтому бывает к Земле даже ближе, чем Солнце), Ио (спутник Юпитера, минимальное

расстояние до Земли около 4 а. е.), Луна и комета Галлея (исходя из того, что комета хорошо известна благодаря своей яркости, несложно догадаться, что в перигелии она может находиться достаточно близко к Земле). При этом в афелии комета Галлея находится за орбитой Нептуна и её параллакс в таком случае меньше 1". Карликовая планета Плутон также находится за орбитой Нептуна, а Проксима Центавра, Плеяды и Туманность Улитка — вообще далеко за пределами Солнечной системы.

## Задание № 2.2

---

### Условие:

Известно, что горизонтальный параллакс Солнца равен 8.8 угловой секунды. Выберите объекты, горизонтальный параллакс которых **НЕ** может превышать 1 угловую секунду:

### Ответ:

- ✓ Проксима Центавра
- Комета Галлея
- ✓ Туманность Улитка
- Венера
- ✓ Плутон
- ✓ Плеяды
- Ио
- Луна

**За каждый верный ответ — 2 балла**

**За каждую ошибку снимается 1 балл**

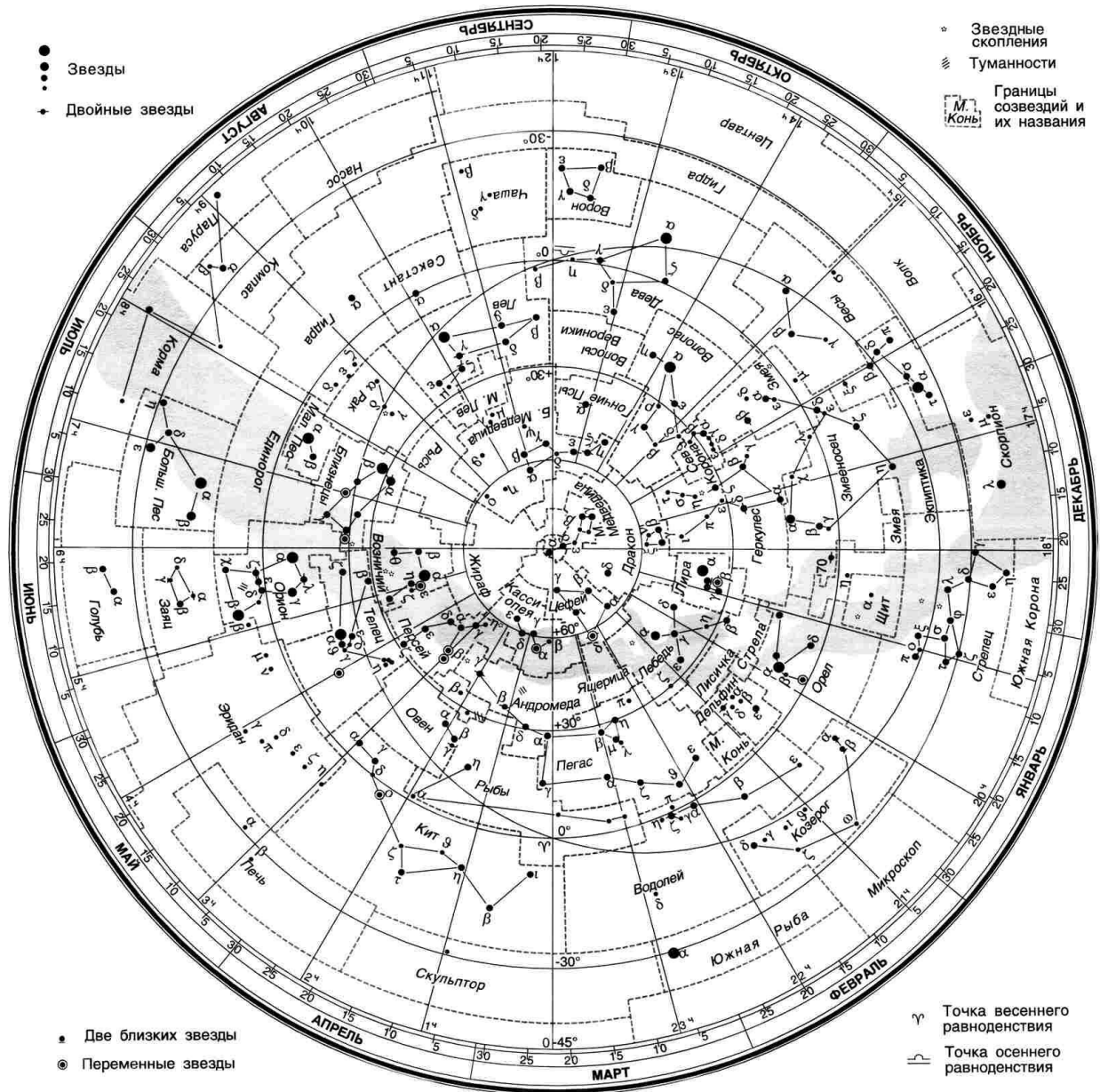
**Максимальный балл за задание — 8**

*Решение по аналогии с заданием 2.1*

## Задание № 3

Общее условие:

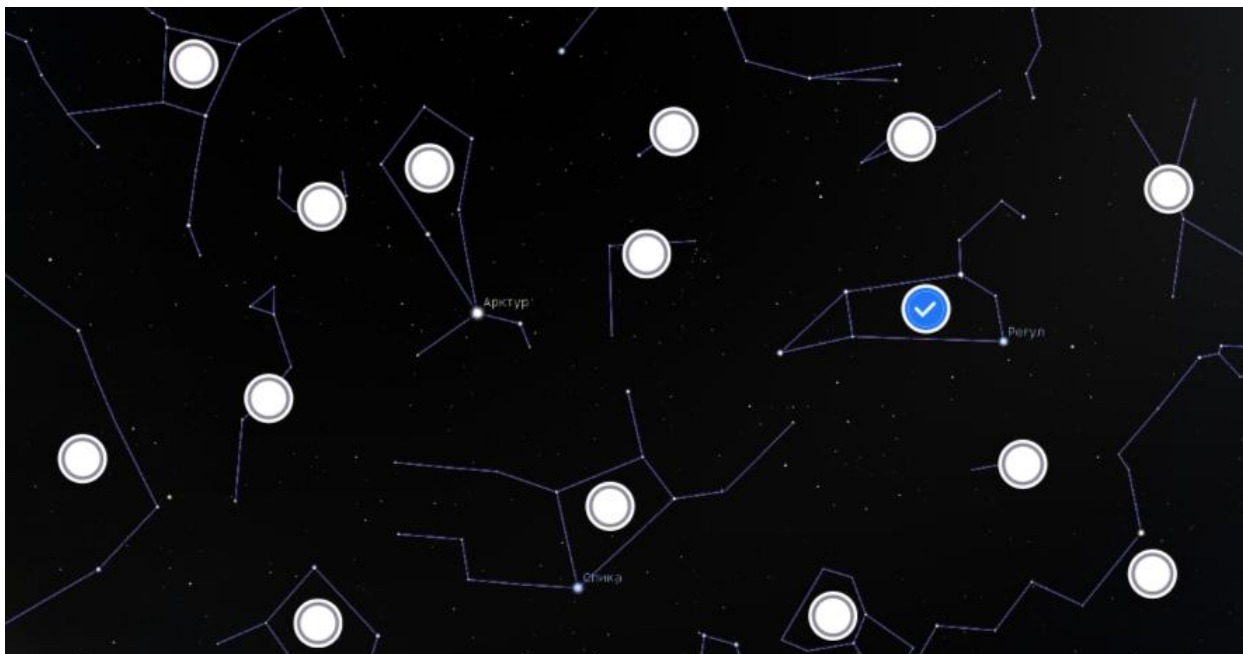
В этом задании вы можете использовать карту звёздного неба.



Условие:

Отметьте на изображении созвездие Льва:

**Ответ:**



**Точное совпадение ответа — 3 балла**

*Решение.*

Созвездие Льва легко найти по характерному астеризму. Оно находится правее центра изображения и содержит яркую звезду Регул.

**Условие:**

Выберите название самой яркой звезды на изображении:

**Ответ:**

- Вега
- Денеб
- Денебола
- Сириус
- Арктур
- Регул
- Спика

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

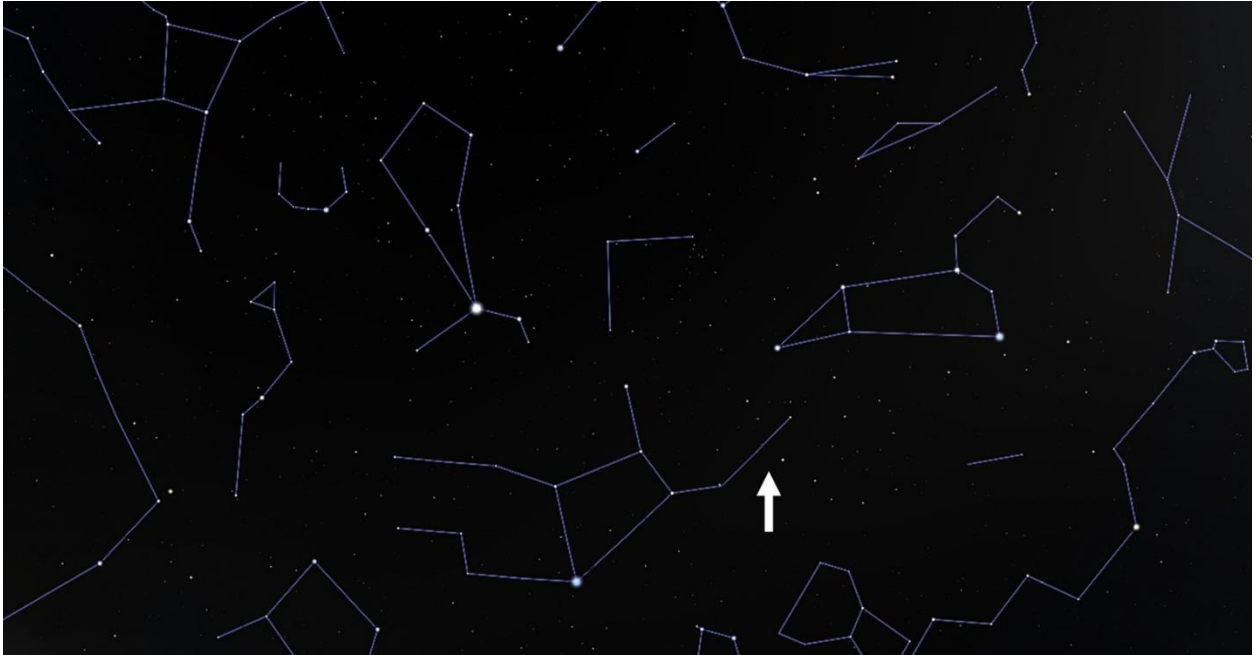


*Решение.*

На рисунке изображены преимущественно созвездия Северного полушария небесной сферы. В частности, в кадр попало созвездие Волопаса, в котором находится самая яркая звезда Северного полушария — Арктур.

**Условие:**

Что находится в точке, отмеченной стрелкой?



**Ответ:**

- Точка зимнего солнцестояния
- Полнос мира
- Центр Млечного Пути
- Плеяды
- Точка осеннего равноденствия
- Чёрная дыра

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

**Максимальный балл за задание — 9**

*Решение.*

Стрелкой отмечено положение точки осеннего равноденствия: здесь пересекаются небесный экватор и эклиптика. Эта точка находится в созвездии

Девы. На всякий случай отметим, что другие объекты из списка расположены совсем в иных областях неба. Так, точка зимнего солнцестояния и направление на центр Млечного Пути находятся в созвездии Стрельца (кстати, в центре Млечного Пути заодно есть и чёрная дыра). Северный полюс мира — в созвездии Малой Медведицы, Южный — в созвездии Октанта. Плеяды — рассеянное звёздное скопление в созвездии Тельца.

## Задание № 4

---

### Условие:

Установите соответствие между объектами и созвездиями, в которых они находятся.

### Ответ:

Центр Млечного Пути	Стрелец
Солнце 1 декабря	Змееносец
Луна в первой четверти 21 декабря	Рыбы
Ясли	Рак
Бетельгейзе	Орион
Северный полюс эклиптики	Дракон

За каждую верную пару — 2 балла.

Максимальный балл за задание — 12

### Решение.

Бетельгейзе —  $\alpha$  Ориона. Направление на центр Млечного Пути находится в созвездии Стрельца. Ясли — рассеянное звёздное скопление в созвездии Рака. В созвездии Змееносца Солнце находится с конца ноября до середины декабря, хотя иногда это созвездие не причисляют к зодиакальным. Луна в первой четверти находится в  $90^\circ$  к востоку от Солнца; соответственно, 21 декабря, в день зимнего солнцестояния, Луна в этой фазе будет находиться вблизи точки весеннего равноденствия в созвездии Рыб. Северный полюс эклиптики — одна из двух диаметрально противоположных точек, максимально удалённых от эклиптики (по аналогии с экватором и географическими полюсами). Несложно догадаться, что он должен находиться в околополярном созвездии в  $23.5^\circ$  от Северного полюса мира (это

величина наклона земной оси). Единственное подходящее созвездие в списке — это Дракон.

## Задание № 5.1

---

### Общее условие:

Рассмотрим характеристики объектов Солнечной системы.

### Условие:

Установите соответствие между объектами Солнечной системы и их скоростями движения по орбите.

### Ответ:

Юпитер	13 км/с
Венера	35 км/с
Церера	18 км/с
Луна	1 км/с

**За каждую верную пару — 2 балла. Всего — 8 баллов**

### *Решение.*

Чем дальше планета от Солнца, тем медленнее она движется. Венера расположена ближе к Солнцу, чем Юпитер, поэтому её скорость будет больше. Карликовая планета Церера находится в Главном поясе астероидов между орбитами Марса и Юпитера, поэтому её скорость должна принимать промежуточное значение между скоростями Венеры и Юпитера. Осталось только понять, какое из представленных значений относится к Луне. Заметим, что для этого достаточно даже очень грубой оценки. Например, оценка радиуса орбиты Луны в 400 тысяч километров и периода обращения в 1 месяц даёт  $V = 2\pi R/T \approx 1$  км/с. Можно пойти и другим путём: из различных соображений (из III закона Кеплера или из формулы для круговой скорости) легко понять, что скорость тел, обращающихся вокруг общего центра, обратно пропорциональна корню из радиуса их орбиты:

$V \propto R^{-1/2}$ . Учитывая, что орбитальная скорость Земли составляет примерно 30 км/с, получаем, что в случае обращения вокруг Солнца со скоростью 1 км/с тело должно находиться на расстоянии 900 а. е. от Солнца, что примерно в 180 раз дальше Юпитера!

**Условие:**

У скольких планет Солнечной системы есть спутники, которые больше Луны?

**Ответ:** 2

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

*Решение.*

Луна — один из самых крупных естественных спутников в Солнечной системе. Больше Луны только 3 из 4 галилеевых спутников Юпитера (Ганимед, Ио и Каллисто; Европа меньше Луны) и Титан, спутник Сатурна. Все спутники Марса, Урана и Нептуна меньше Луны. У Меркурия и Венеры естественных спутников нет.

**Условие:**

Выберите верные утверждения:

**Ответ:**

- У всех спутников планет нет атмосфер
- Марс — первая планета, на поверхность которой совершил посадку земной космический аппарат
- Нептун и Венера могут оказаться рядом на небе Земли
- Масса Юпитера равна примерно 1/1000 массы Солнца
- Максимальные элонгации Меркурия и Венеры равны
- Самая высокая гора в Солнечной системе расположена на Марсе
- Юпитер — самая яркая планета на небе Земли

✓ У всех планет-гигантов есть кольца

○ Большое красное пятно Юпитера меньше по размеру, чем Земля

**За каждый верный ответ — 2 балла**

**За каждую ошибку снимается 1 балл**

**Максимальный балл за задание — 19**

*Решение.*

Самой яркой планетой на земном небе является Венера. Её максимальное угловое удаление от Солнца составляет  $47^\circ$ , что примерно в 1.7 раза больше, чем у Меркурия. В зависимости от взаимного расположения планет на орбите, рядом с Венерой можно наблюдать любые другие планеты Солнечной системы. Также Венера — первая планета, на поверхность которой совершил посадку земной космический аппарат: в 1966 году жёсткую посадку на Венеру совершила советская межпланетная станция «Венера-3», а в 1970 году уже мягкую посадку осуществила «Венера-7». А вот до поверхности Марса советские аппараты добрались только в 1971 году. Зато на Марсе расположена самая высокая гора Солнечной системы — потухший вулкан Олимп высотой 26 км.

Юпитер — вторая по яркости планета на небе Земли. Это самая массивная планета Солнечной системы — его масса составляет примерно 1/1000 от массы Солнца. На Юпитере бушуют атмосферные вихри. Самый известный из них — Большое красное пятно. Оно наблюдается уже более 350 лет, а его размеры превышают размеры Земли. Как и у всех планет-гигантов Солнечной системы, у Юпитера есть система колец, хотя, конечно, не такая впечатляющая, как у Сатурна. Кстати, спутник Сатурна Титан — единственный спутник в Солнечной системе с плотной атмосферой.

## Задание № 5.2

---

### Общее условие:

Рассмотрим характеристики объектов Солнечной системы.

### Условие:

Установите соответствие между объектами Солнечной системы и их скоростями движения по орбите.

### Ответ:

Сатурн	9.6 км/с
Церера	18 км/с
Марс	24 км/с
Луна	1 км/с

**За каждую верную пару — 2 балла. Всего — 8 баллов**

### Условие:

У скольких планет Солнечной системы все естественные спутники не превышают по размерам Луну? Спутники карликовых планет не учитывайте.

### Ответ: 3

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

### Условие:

Выберите верные утверждения:

### Ответ:

- Максимальные элонгации Меркурия и Венеры равны



- ✓ Существует по крайней мере один спутник планеты, имеющий атмосферу
- Уран и Меркурий не могут оказаться рядом на небе Земли
- Масса Юпитера равна примерно 1/100 массы Солнца
- ✓ Самая высокая гора в Солнечной системе расположена на Марсе
- ✓ Венера — первая планета, на поверхность которой совершил посадку земной космический аппарат
- Юпитер — самая яркая планета на небе Земли
- ✓ Большое красное пятно Юпитера больше по размеру, чем Земля
- У некоторых планет-гигантов нет колец

**За каждый верный ответ — 2 балла**

**За каждую ошибку снимается 1 балл**

**Максимальный балл за задание — 19**

*Решение по аналогии с заданием 5.1*

## Задание № 6

---

### Общее условие:

«Луноход-1» — первый в мире планетоход, успешно работавший на поверхности другого небесного тела. Он работал на поверхности Луны с 17 ноября 1970 по 14 сентября 1971 года, проехав за это время 10540 метров.



### Условие:

На сколько метров в среднем перемещался «Луноход-1» за одни земные сутки? Ответ округлите до целых.

**Ответ: 35**

**Точное совпадение ответа — 5 баллов**

*Решение.*

Рассчитаем, сколько земных суток «Луноход-1» проработал на Луне. С 17 ноября 1970 по 14 сентября 1971 года прошло (включая обе указанные даты):

$$365 - 17 - 31 - (30 - 14) + 1 = 302 \text{ суток.}$$

Тогда перемещение лунохода составило в среднем  $10540 \div 302 \approx 35$  метров за сутки. На всякий случай заметим, что это даёт только очень грубую оценку скорости лунохода, так как он не двигался постоянно (в частности, лунной ночью он находился в режиме ожидания). Реальная скорость лунохода могла достигать 2 км/ч.

**Условие:**

Сколько лунных дней продолжалась работа «Лунохода-1»? Ответ округлите до целых.

**Ответ:** 10

**Точное совпадение ответа — 5 баллов**

*Решение.*

Лунные сутки — это промежуток времени между двумя полнолуниями, то есть синодический период Луны. Таким образом, лунные сутки — это земной месяц (если точнее, то 29.5 земных суток). Значит, работа «Лунохода-1» продолжалась чуть более 10 лунных суток.

**Условие:**

На «Луноходе-1» был установлен уголковый отражатель, который использовался для определения расстояния до Луны методом лазерной локации. Первые сигналы от «Лунохода-1» были получены 5 декабря 1970 года на 2.6-метровом телескопе имени Г. А. Шайна Крымской астрофизической обсерватории. Данным методом расстояние до Луны определялось с точностью до нескольких метров!

Сколько времени проходило между отправкой лазерного импульса к Луне и регистрацией отражённого сигнала? Радиус орбиты Луны примите



равным 384400 километрам. Ответ выразите в секундах, округлите до десятых.

**Ответ:** засчитывается в диапазоне [2.5; 2.6]

**Точное совпадение ответа — 5 баллов**

**Максимальный балл за задание — 15**

*Решение.*

Скорость света равна 300 тыс. км/с. Учитывая, что лазерный импульс проходит радиус лунной орбиты дважды (туда и обратно), получаем

$$t = 384\,400 \cdot 2 \div 300\,000 \approx 2.6 \text{ секунды.}$$

На всякий случай отметим, что радиус лунной орбиты — это расстояние между центрами Земли и Луны, а лазер и отражатель находятся на поверхностях этих тел, поэтому реальный путь лазерного импульса несколько меньше удвоенного радиуса орбиты Луны. Эта поправка невелика и составляет порядка 0.05 секунды.

## Задание № 7.1

---

### Общее условие:

Известно, что угловое расстояние между Капеллой (Альфа Возничего) и Полярной звездой составляет 44 градуса.

### Условие:

Наблюдатель находится на  $47^\circ$  с. ш. На какой максимальной высоте он может увидеть Капеллу? Ответ выразите в градусах, округлите до целых. Считайте, что Полярная звезда находится точно в полюсе мира.

**Ответ:** 89

**Точное совпадение ответа — 5 баллов**

*Решение.*

Склонение полюса мира (и, соответственно, Полярной звезды) равно  $+90^\circ$ . Таким образом, склонение Капеллы равно  $\delta = 90^\circ - 44^\circ = 46^\circ$ . На широте  $47^\circ$  высота Капеллы в верхней кульминации составит:

$$90^\circ - \phi + \delta = 90^\circ - 47^\circ + 46^\circ = 89^\circ.$$

### Условие:

На указанной широте Капелла является незаходящей звездой. На сколько километров необходимо сместиться на юг, чтобы Капелла стала заходить за горизонт? Ответ округлите до целых. Считайте, что при смещении вдоль географического меридиана на 111 километров высота Полярной звезды изменяется на 1 градус.

**Ответ:** 333

**Точное совпадение ответа — 5 баллов**

**Максимальный балл за задание — 10**

*Решение.*

Высота Полярной звезды над горизонтом равна широте места наблюдения, то есть  $47^\circ$ . В нижней кульминации Капелла будет располагаться ровно на севере «под» Полярной звездой на высоте  $47^\circ - 44^\circ = 3^\circ$ . Чтобы эта высота стала равной нулю, нужно сместиться на юг на  $3^\circ$ , что эквивалентно  $3 \cdot 111 = 333$  км.

## Задание № 7.2

---

### Общее условие:

Известно, что угловое расстояние между Капеллой (Альфа Возничего) и Полярной звездой составляет 44 градуса.

### Условие:

Наблюдатель находится на  $51^\circ$  с. ш. На какой максимальной высоте он может увидеть Капеллу? Ответ выразите в градусах, округлите до целых. Считайте, что Полярная звезда находится точно в полюсе мира.

**Ответ:** 85

**Точное совпадение ответа — 5 баллов**

### Условие:

На указанной широте Капелла является незаходящей звездой. На сколько километров необходимо сместиться на юг, чтобы Капелла стала заходить за горизонт? Ответ округлите до целых. Считайте, что при смещении вдоль географического меридиана на 111 километров высота Полярной звезды изменяется на 1 градус.

**Ответ:** 777

**Точное совпадение ответа — 5 баллов**

**Максимальный балл за задание — 10**

*Решение по аналогии с заданием 7.1*

### Задание № 7.3

---

**Общее условие:**

Известно, что угловое расстояние между Капеллой (Альфа Возничего) и Полярной звездой составляет 44 градуса.

**Условие:**

Наблюдатель находится на  $49^\circ$  с. ш. На какой максимальной высоте он может увидеть Капеллу? Ответ выразите в градусах, округлите до целых. Считайте, что Полярная звезда находится точно в полюсе мира.

**Ответ:** 87

**Точное совпадение ответа — 5 баллов**

**Условие:**

На указанной широте Капелла является незаходящей звездой. На сколько километров необходимо сместиться на юг, чтобы Капелла стала заходить за горизонт? Ответ округлите до целых. Считайте, что при смещении вдоль географического меридиана на 111 километров высота Полярной звезды изменяется на 1 градус.

**Ответ:** 555

**Точное совпадение ответа — 5 баллов**

**Максимальный балл за задание — 10**

*Решение по аналогии с заданием 7.1*



## Задание № 8

---

### Общее условие:

На фотографии запечатлён момент максимальной фазы затмения.



### Условие:

К какому типу относится это затмение?

### Ответ:

- Полное лунное
- Полное солнечное
- Частное лунное
- Частное солнечное
- Кольцеобразное солнечное
- Полутеневое лунное

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

*Решение.*

На фотографии представлено кольцеобразное солнечное затмение. Лунные затмения в принципе не бывают кольцеобразными, так как размер земной тени всегда гораздо больше размеров Луны.

**Условие:**

Во время максимальной фазы затмения яркость затмеваемого тела упала на 96 % по сравнению с обычной. Во сколько раз видимый диаметр затмеваемого тела был больше видимого диаметра затмевающего? Ответ округлите до сотых.

**Ответ:** 1.02

**Точное совпадение ответа — 5 баллов**

**Максимальный балл за задание — 8**

*Решение.*

Падение яркости на 96 % означает, что видимая площадь диска Луны составила 0.96 от площади диска Солнца. Так как площадь диска пропорциональна квадрату его диаметра, получаем

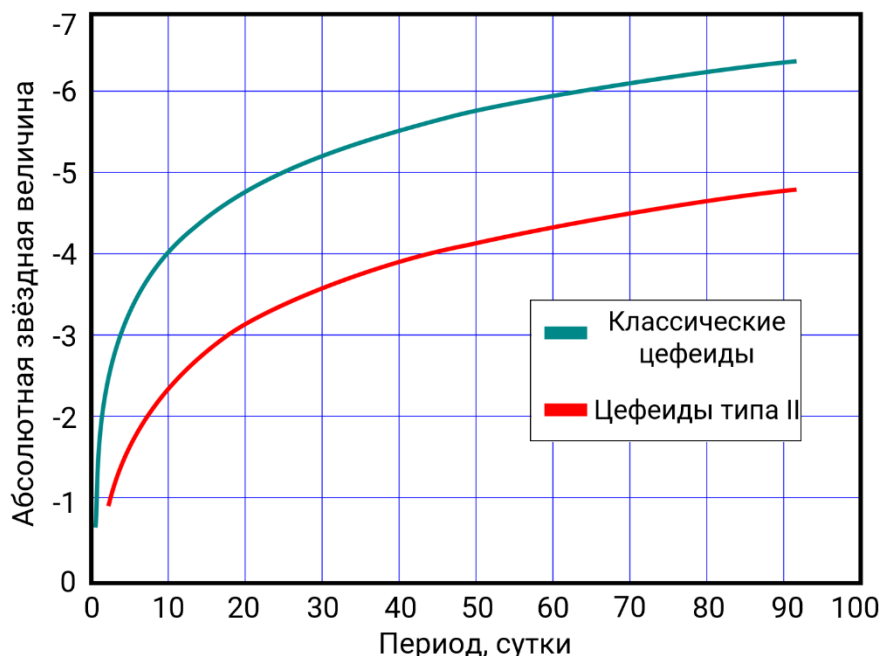
$$D_{\odot} \div D_{\text{л}} = (S_{\odot} \div S_{\text{л}})^{1/2} = (1 \div 0.96)^{1/2} = 1.02.$$

## Задание № 9

### Условие:

На рисунке представлена зависимость между периодом изменения блеска и светимостью (мощностью излучения) для переменных звёзд двух типов.

*Примечание:* абсолютная звёздная величина — физическая величина, характеризующая светимость (мощность излучения) звёзд. Шкала звёздных величин «перевернута»: более яркая звезда будет иметь меньшую звёздную величину.



Выберите верные утверждения:

### Ответ:

- Любая классическая цефеида ярче любой цефеиды типа II
- Абсолютная звёздная величина классических цефеид с периодом в 10 суток равна  $-4$
- При равных периодах изменения блеска светимость цефеид разных типов различается на 5 звёздных величин
- Чем больше светимость цефеиды, тем больше период изменения её блеска

- ✓ При равных периодах изменения блеска классические цефеиды ярче, чем цефеиды типа II
- Абсолютная звёздная величина цефеид типа II с периодом в 50 суток равна  $-5$

**За каждый верный ответ — 2 балла**

**За каждую ошибку снимается 1 балл**

**Максимальный балл за задание — 6**

*Решение.*

Всю необходимую информацию можно получить, анализируя представленный график.

«Абсолютная звёздная величина цефеид типа II с периодом в 50 суток равна  $-5$ » — неверно, при периоде в 50 суток их звёздная величина около  $-4.1$ , а значения  $-5$  на представленном графике этот вид цефеид вообще не достигает.

«При равных периодах изменения блеска светимость цефеид разных типов различается на 5 звёздных величин» — неверно, разница меньше двух звёздных величин.

«Любая классическая цефеида ярче любой цефеиды типа II» — неверно. Например, цефеида типа II с периодом 90 суток ярче классической цефеиды с периодом 10 суток.

Остальные утверждения верны.

## Задание № 10

---

### Условие:

Пулковская обсерватория, ныне Главная астрономическая обсерватория Российской академии наук, была открыта 7 августа (по старому стилю) 1839 года вблизи города Санкт-Петербург.



В какую дату по современному летоисчислению следует отмечать открытие обсерватории?

**Ответ:** 19 августа

**Точное совпадение ответа — 7 баллов**

**Максимальный балл за задание — 7**

*Решение.*

Григорианский календарь (новый стиль), который мы сейчас используем, отличается от юлианского календаря (старого стиля) тем, что если номер года представляет собой целое число столетий, то такой год будет високосным только в том случае, если это число столетий делится на 4. Так, 2000 год был високосным в обоих календарях (20 делится на 4), а 1900 год — только в юлианском (1900 делится на 4, но 19 на 4 не делится).

Таким образом, если текущая разница между календарями составляет 13 дней, то в 1839 году она составляла 12 дней. Поэтому в наше время открытие обсерватории стоит отмечать  $7 \text{ августа} + 12 \text{ дней} = 19 \text{ августа}$ .