

# Разбор заданий школьного этапа ВсОШ по астрономии

для 9 класса

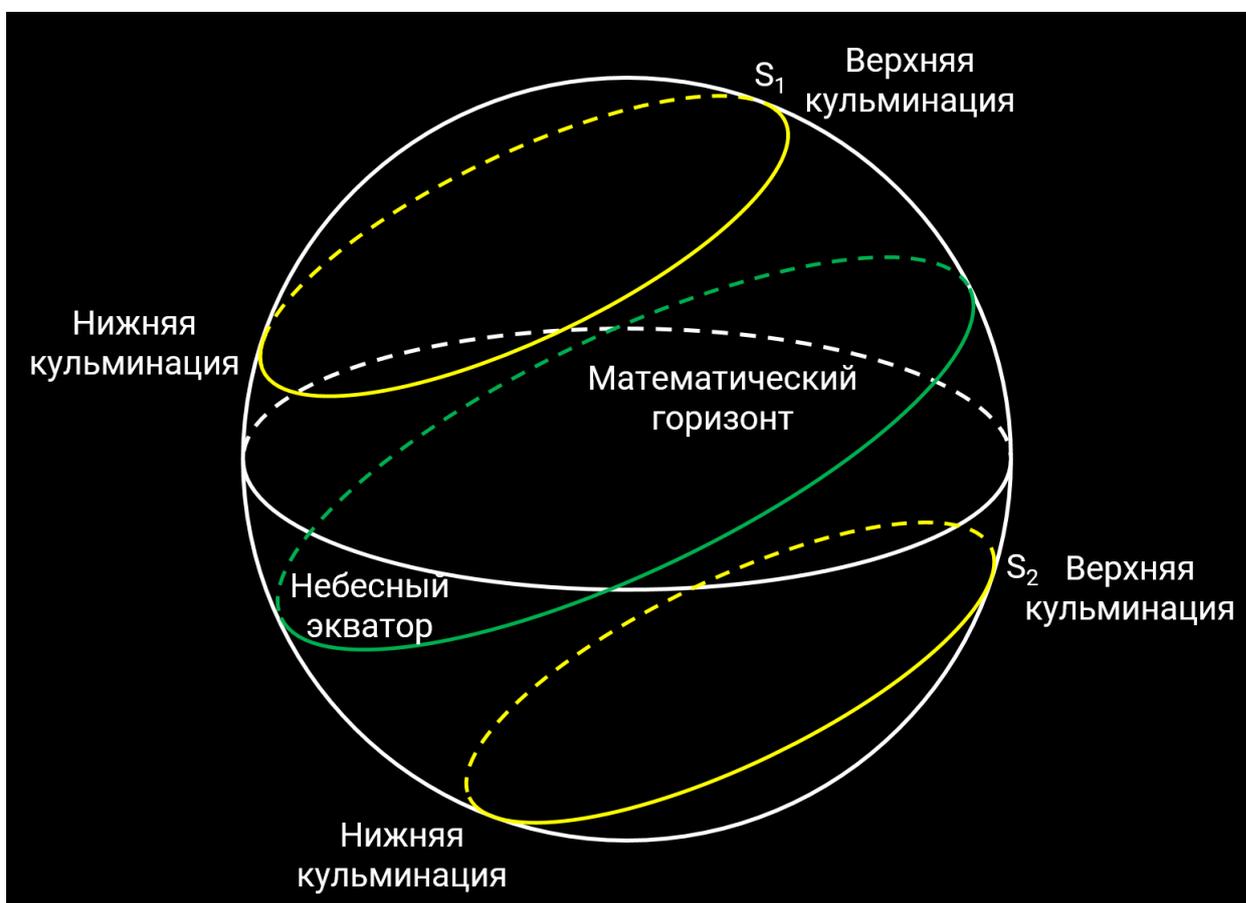
2024/25 учебный год

Максимальное количество баллов — 100

## Задание № 1.1

### Общее условие:

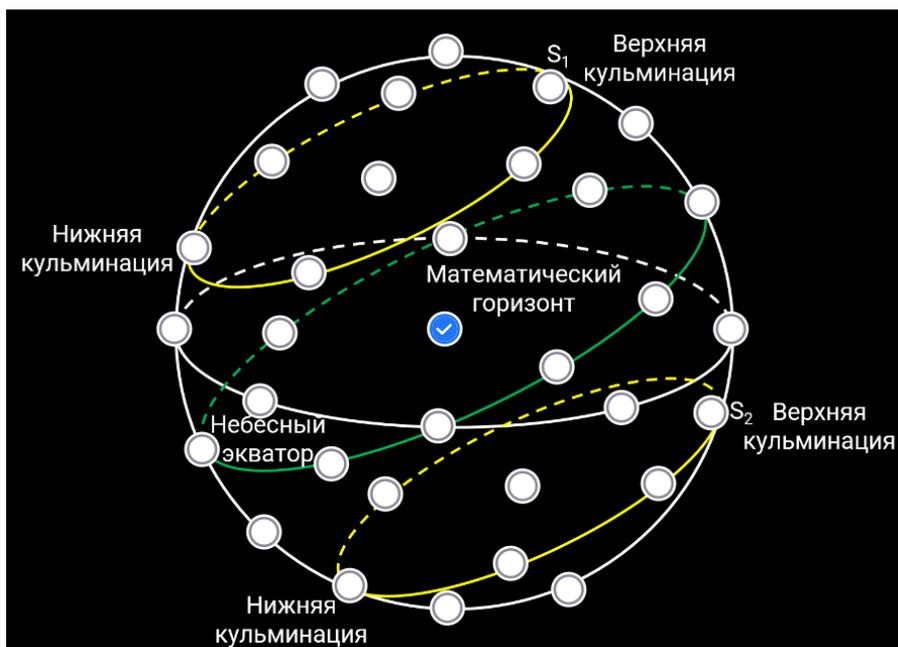
Дана незаконченная схема расположения кругов, линий и точек небесной сферы.



### Условие:

Отметьте положение наблюдателя, для которого нарисована схема:

Ответ:

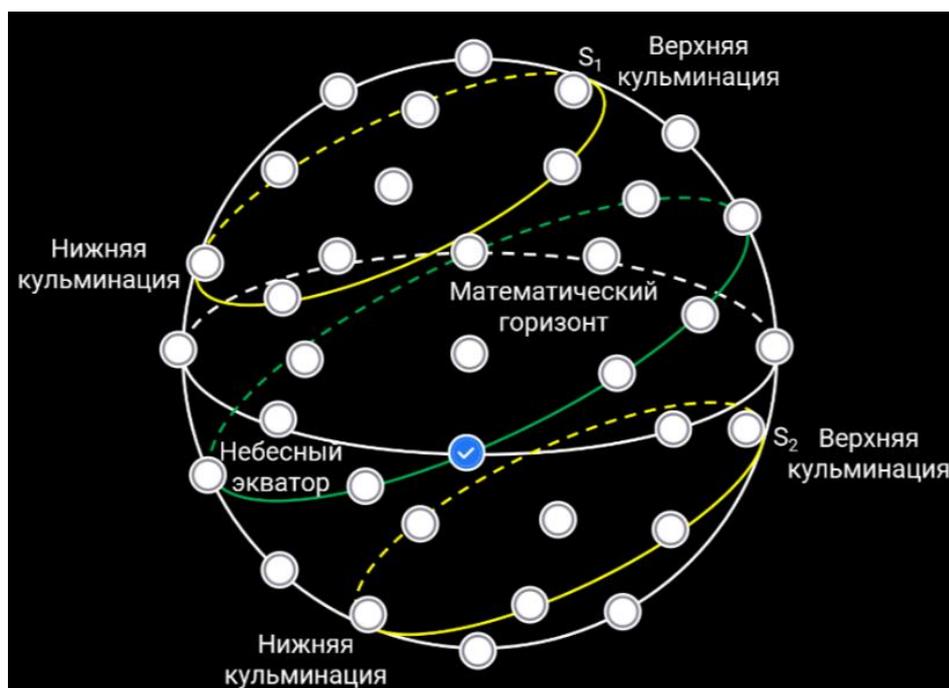


Точное совпадение ответа — 3 балла

Условие:

Считая, что схема нарисована для северного полушария Земли, отметьте на ней точку запада:

Ответ:

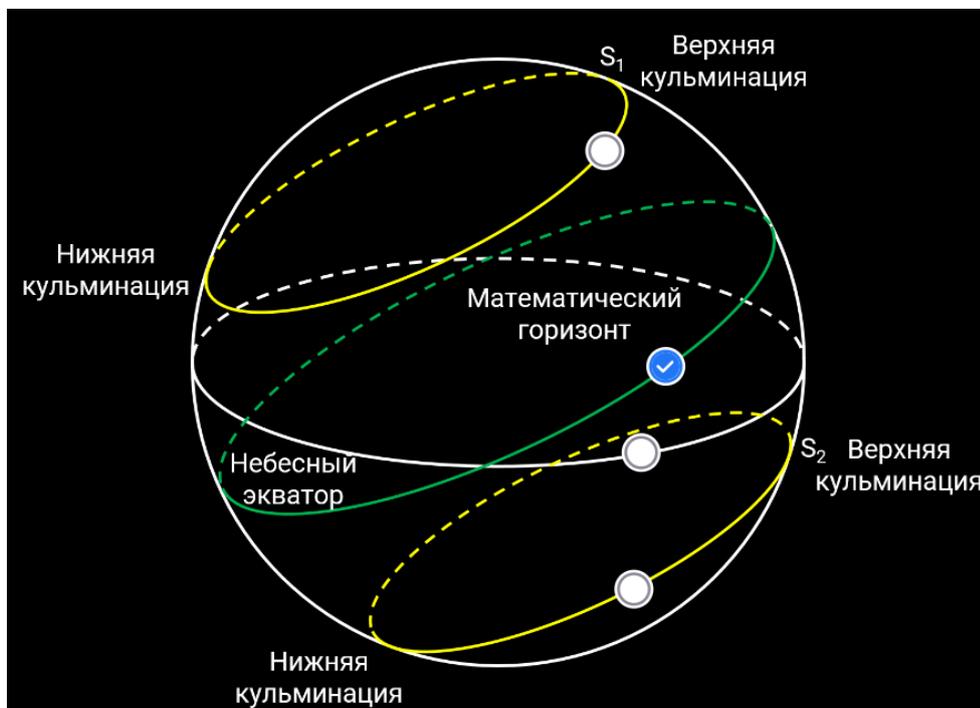


Точное совпадение ответа — 3 балла

**Условие:**

С каким из кругов будет совпадать суточная параллель звезды со склонением  $0^\circ$ ?

**Ответ:**



**Точное совпадение ответа — 3 балла**

**Условие:**

На схеме жёлтыми линиями показаны суточные параллели двух звёзд — S<sub>1</sub> и S<sub>2</sub>. Какая из них является незаходящей?

**Ответ:**

- S<sub>1</sub>
- S<sub>2</sub>
- Обе
- Ни одна
- Недостаточно данных

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

**Максимальный балл за задание — 12**

*Решение.*

Положение наблюдателя совпадает с центром небесной сферы.

Точки, в которых пересекаются математический горизонт и небесный экватор — это точки запада и востока. Над точкой юга небесный экватор проходит выше всего над математическим горизонтом (для Северного полушария Земли), а под точкой севера — ниже всего (т.е. находится под горизонтом). Для наблюдателя, расположенного в центре сферы и смотрящего на север, запад будет находиться слева.

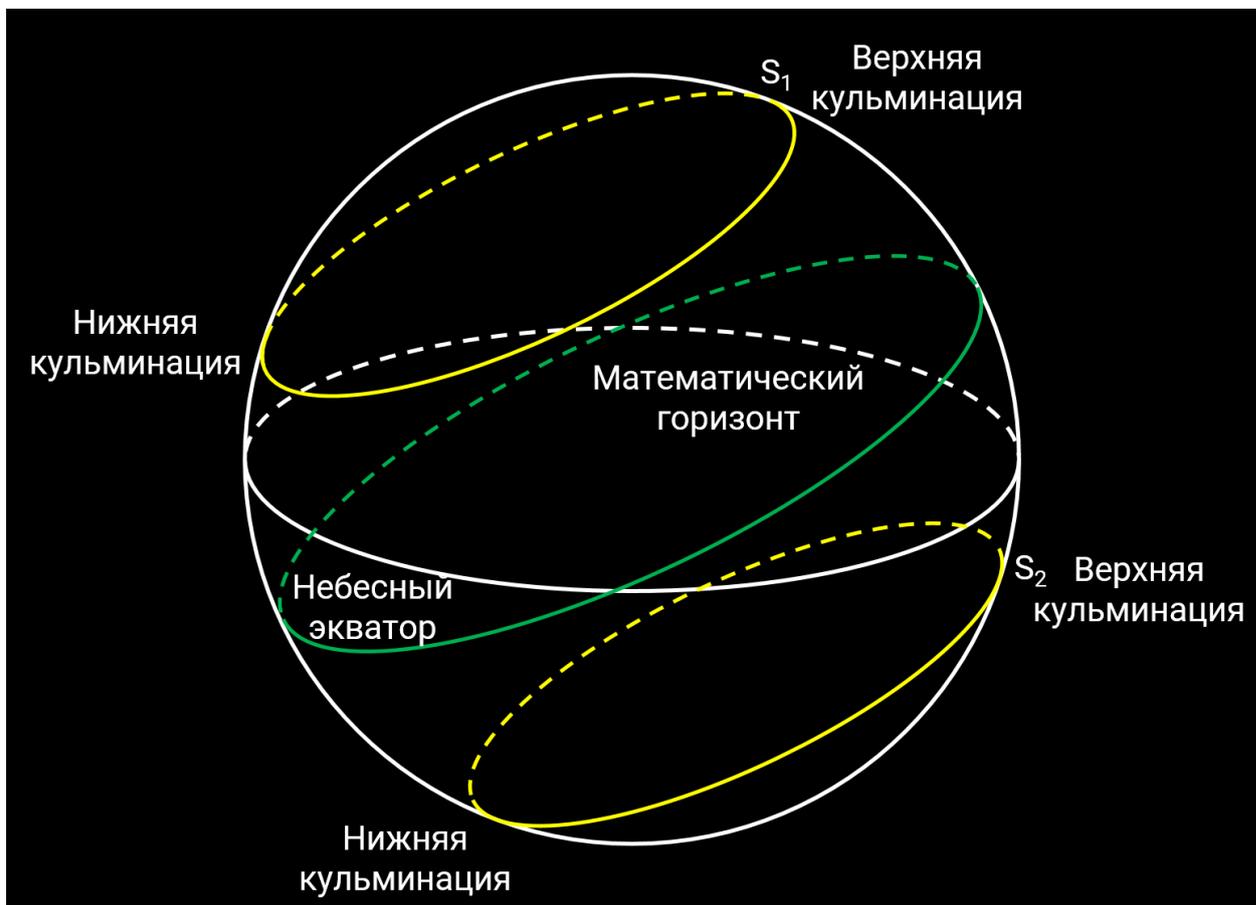
По определению склонение отсчитывается от плоскости небесного экватора. Если склонение равно  $0^\circ$ , то звезда находится на небесном экваторе. Суточные движения звёзд происходят параллельно плоскости небесного экватора. Значит, в данном случае суточная параллель будет совпадать с небесным экватором.

У незаходящей звезды суточная параллель целиком лежит выше математического горизонта. Это звезда  $S_1$ .

## Задание № 1.2

### Общее условие:

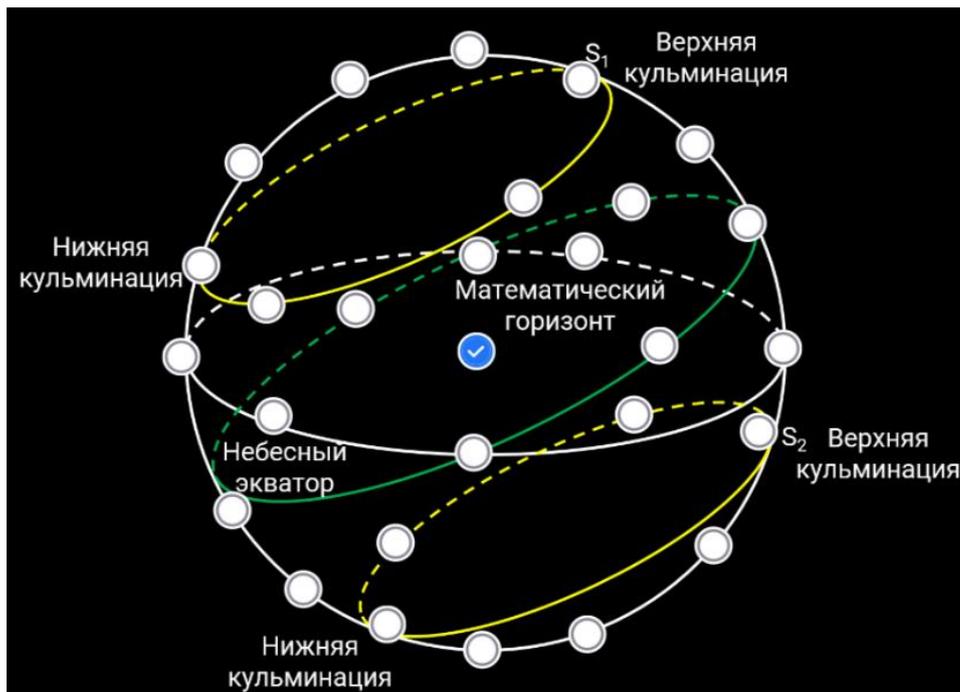
Дана незаконченная схема расположения кругов, линий и точек небесной сферы.



### Условие:

Отметьте положение наблюдателя, для которого нарисована схема:

Ответ:

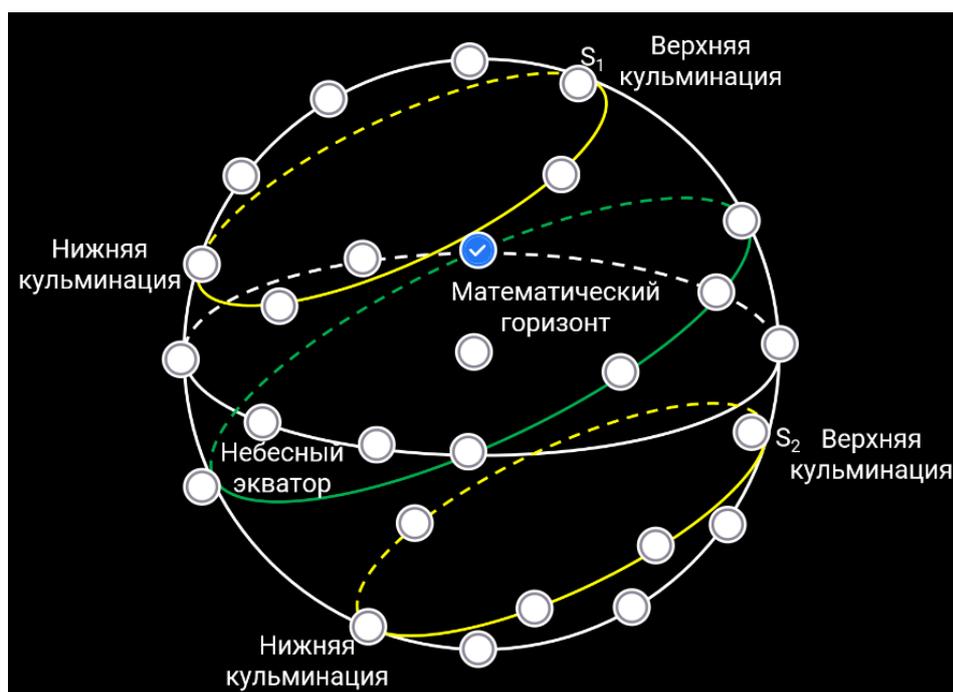


Точное совпадение ответа — 3 балла

Условие:

Считая, что схема нарисована для северного полушария Земли, отметьте на ней точку востока:

Ответ:

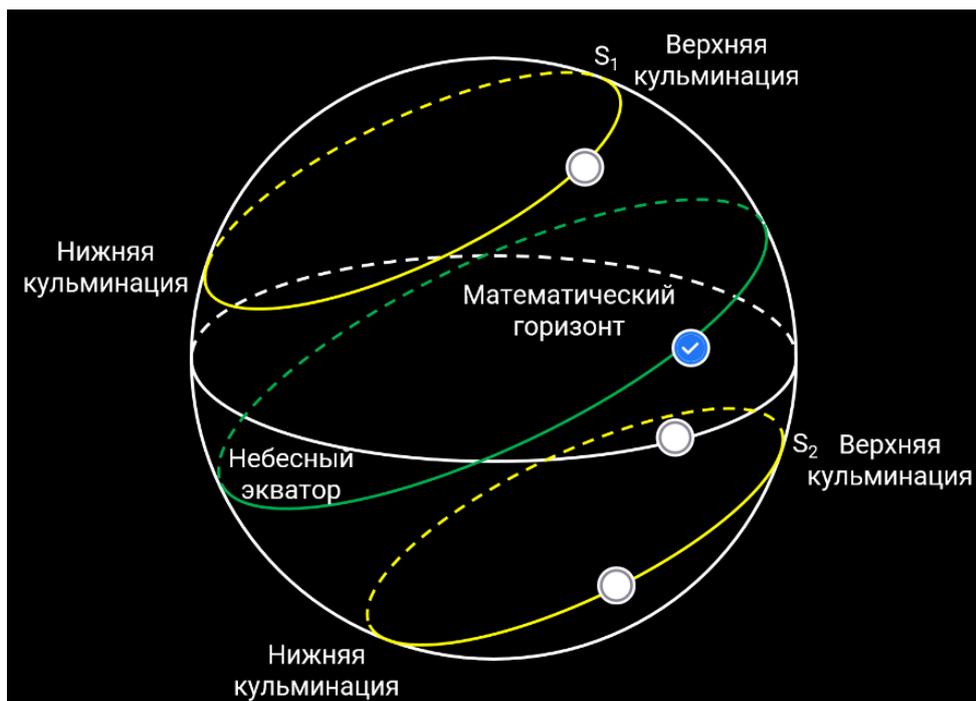


**Точное совпадение ответа — 3 балла**

**Условие:**

С каким из кругов будет совпадать суточная параллель звезды со склонением  $0^\circ$ ?

**Ответ:**



**Точное совпадение ответа — 3 балла**

**Условие:**

На схеме жёлтыми линиями показаны суточные параллели двух звёзд —  $S_1$  и  $S_2$ . Какая из них является невосходящей?

**Ответ:**

- $S_1$
- $S_2$
- Обе
- Ни одна
- Недостаточно данных

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

**Максимальный балл за задание — 12**

*Решение по аналогии с заданием 1.1*

## Задание № 2.1

---

### Условие:

Выберите верные для средних широт утверждения:

### Ответ:

- В день полнолуния Луна, как правило, выглядит круглой для земного наблюдателя, а Солнце — нет
- В день полнолуния и Луна, и Солнце, как правило, выглядят круглыми для земного наблюдателя
- Если во время полнолуния Луна в верхней кульминации была высоко над горизонтом, то Солнце в следующий полдень будет низко над горизонтом
- Если во время полнолуния Луна в верхней кульминации была высоко над горизонтом, то и Солнце в следующий полдень будет высоко над горизонтом
- Во время полнолуния Луна имеет максимальную яркость
- Слабые небесные объекты лучше наблюдать во время новолуния
- Слабые небесные объекты лучше наблюдать во время полнолуния

**За каждый верный ответ — 2 балла**

**За каждую ошибку снимается 2 балла**

**Максимальный балл за задание — 8**

*Решение.*

Во время полнолуния угловое расстояние между Луной и Солнцем достигает  $180^\circ$ . Таким образом, если ночью полная Луна в верхней кульминации была высоко над горизонтом, то Солнце в это время было в нижней кульминации глубоко под горизонтом. А значит, в полдень следующего дня Солнце будет низко над горизонтом. В случае наблюдений из средних широт Северного

полушария Земли склонение Луны положительно, поэтому она высоко поднимается в верхней кульминации, а значит, склонение Солнца отрицательно и звезда не сможет в полдень быть высоко над горизонтом.

Во время полнолуния Луна имеет максимальную яркость, что сказывается на яркости фона неба. Поэтому слабые небесные объекты лучше наблюдать вблизи новолуния.

## Задание № 2.2

---

### Условие:

Выберите верные для средних широт утверждения:

### Ответ:

- В день полнолуния Луна, как правило, выглядит круглой для земного наблюдателя, а Солнце — нет
- В день полнолуния и Луна, и Солнце, как правило, выглядят круглыми для земного наблюдателя
- Если во время полнолуния Луна в верхней кульминации была низко над горизонтом, то Солнце в следующий полдень будет высоко над горизонтом
- Если во время полнолуния Луна в верхней кульминации была низко над горизонтом, то и Солнце в следующий полдень будет низко над горизонтом
- Во время новолуния Луна имеет минимальную яркость
- Слабые небесные объекты лучше наблюдать во время новолуния
- Слабые небесные объекты лучше наблюдать во время полнолуния

**За каждый верный ответ — 2 балла**

**За каждую ошибку снимается 2 балла**

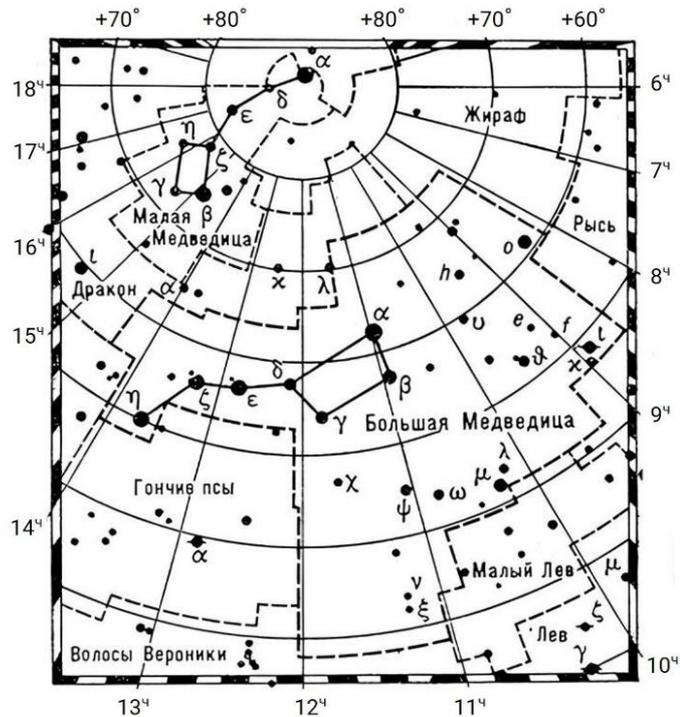
**Максимальный балл за задание — 8**

*Решение по аналогии с заданием 2.1*

### Задание № 3.1

#### Общее условие:

Дан фрагмент звёздной карты. Границы созвездий отмечены пунктиром.



#### Условие:

Какое максимальное склонение может иметь звезда, принадлежащая созвездию Большой Медведицы? Ответ выразите в градусах, округлите до целых.

**Ответ:** засчитывается в диапазоне [72; 74]

**Точное совпадение ответа — 5 баллов**

#### Условие:

Определите максимальную протяжённость созвездия Большой Медведицы по кругу склонений. Ответ выразите в градусах, округлите до целых.

**Ответ:** засчитывается в диапазоне [43; 47]

**Точное совпадение ответа — 5 баллов**

**Условие:**

Какому созвездию принадлежит слабая звезда (не отображена на карте) с координатами  $\alpha = 12^{\text{h}}33^{\text{m}}23.2^{\text{s}}$ ,  $\delta = 66^{\circ}12'12.2''$ ?

**Ответ:**

- Большая Медведица
- Малая Медведица
- Волосы Вероники
- Гончие Псы
- Лев
- Дракон
- Орион
- Лебедь

**Точное совпадение ответа — 5 баллов**

**Максимальный балл за задание — 15**

*Решение.*

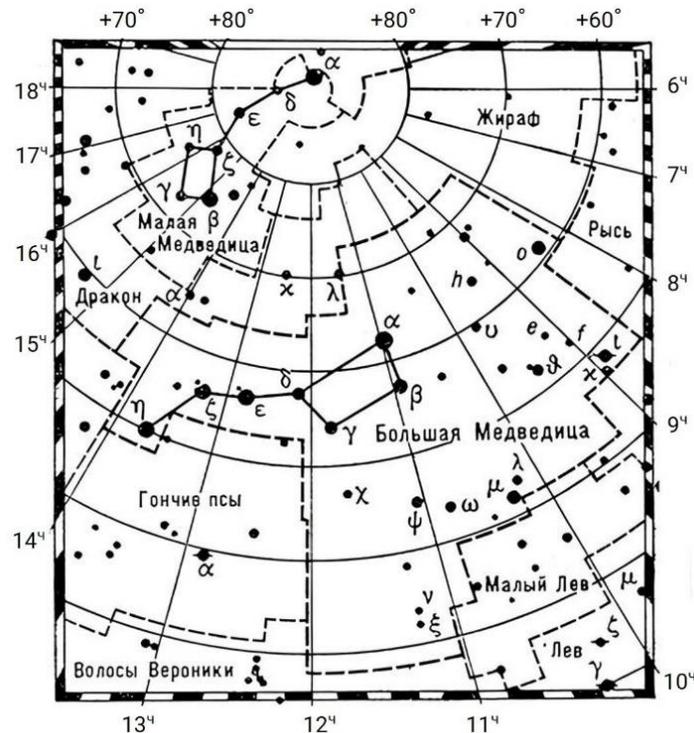
На карте дуги окружностей представляют собой участки небесной сферы с одинаковыми склонениями. Из рисунка видно, что максимальное склонение у звёзд, лежащих на границе созвездия Большой Медведицы, составляет примерно  $73^{\circ}$ .

Круг склонений можно провести так, чтобы он пересекал как самую верхнюю, так и самую нижнюю дуги, ограничивающие созвездие Большой Медведицы. Тогда максимальная протяжённость созвездия составит примерно  $45^{\circ}$ .

### Задание № 3.2

#### Общее условие:

Дан фрагмент звёздной карты. Границы созвездий отмечены пунктиром.



#### Условие:

Какое минимальное склонение может иметь звезда, принадлежащая созвездию Большой Медведицы? Ответ выразите в градусах, округлите до целых.

**Ответ:** засчитывается в диапазоне [27; 29]

**Точное совпадение ответа — 5 баллов**

#### Условие:

Определите максимальную протяжённость созвездия Большой Медведицы по кругу склонений. Ответ выразите в градусах, округлите до целых.

**Ответ:** засчитывается в диапазоне [43; 47]

**Точное совпадение ответа — 5 баллов**

**Условие:**

Какому созвездию принадлежит слабая звезда (не отображена на карте) с координатами  $\alpha = 13^{\text{h}}12^{\text{m}}57.1^{\text{s}}$ ,  $\delta = 34^{\circ}05'11.7''$ ?

**Ответ:**

- Большая Медведица
- Малая Медведица
- Волосы Вероники
- Гончие Псы
- Лев
- Дракон
- Орион
- Лебедь

**Точное совпадение ответа — 5 баллов**

**Максимальный балл за задание — 15**

*Решение по аналогии с заданием 3.1*

## Задание № 4.1

---

### Условие:

Даны следующие пары расстояний и размеров:

1. Длина Международной космической станции (110 м), расстояние между Луной и Землёй (384400 км).
2. Диаметр Земли (12800 км), расстояние между Солнцем и Венерой (0.71 а.е.).
3. Диаметр Млечного пути (105000 световых лет), расстояние между центрами галактик Млечный Путь и Туманность Андромеды (780000 пк).
4. Радиус орбиты Меркурия (58 млн км), расстояние между Солнцем и Нептуном (30 а.е.).

Расположите отношения расстояний между телами к размерам тел в этих парах в порядке увеличения, если известно, что  $1 \text{ пк} = 3.08 \cdot 10^{16} \text{ м} = 206265 \text{ а.е.}$

### Ответ:

- ✓ 3
- ✓ 4
- ✓ 2
- ✓ 1

**Точное совпадение ответа — 10 баллов**

**Максимальный балл за задание — 10**

*Решение.*

$$1) \frac{384.4 \cdot 10^6 \text{ м}}{110 \text{ м}} \approx 3.5 \cdot 10^6$$

$$2) \frac{0.71 \cdot 150 \cdot 10^6 \text{ км}}{12800 \text{ км}} \approx 8320$$

$$3) \frac{780000 \text{ пк}}{105000 \cdot 0.307 \text{ пк}} \approx 24.2, \text{ где } 0.307 \text{ — примерное число световых лет}$$

в 1 парсеке

$$4) \frac{30 \cdot 150 \cdot 10^6 \text{ км}}{58 \cdot 10^6 \text{ км}} \approx 77.6$$

## Задание № 4.2

---

### Условие:

Даны следующие пары расстояний и размеров:

1. Общий диаметр зеркала космического телескопа «Джеймс Уэбб» (6.5 м), расстояние между Луной и Землёй (384400 км).
2. Диаметр Меркурия (4890 км), расстояние между Солнцем и Венерой (0.71 а.е.).
3. Диаметр Млечного пути (105000 световых лет), расстояние между центрами галактик Млечный Путь и Большое Магелланово облако (50000 пк).
4. Радиус орбиты Меркурия (58 млн км), расстояние между Солнцем и Ураном (19 а.е.).

Расположите отношения расстояний между телами к размерам тел в этих парах в порядке увеличения, если известно, что  $1 \text{ пк} = 3.08 \cdot 10^{16} \text{ м} = 206265 \text{ а.е.}$

### Ответ:

- ✓ 3
- ✓ 4
- ✓ 2
- ✓ 1

**Точное совпадение ответа — 10 баллов**

**Максимальный балл за задание — 10**

*Решение по аналогии с заданием 4.1*

## Задание № 5.1

---

### Условие:

Выберите верные утверждения:

### Ответ:

- ✓ Все планеты Солнечной системы обращаются вокруг Солнца в одном направлении
- ✓ Чем ближе планета к Солнцу, тем выше скорость её движения по орбите
- ✓ Среди планет Солнечной системы только Венера и Меркурий не могут наблюдаться с Земли в противостоянии
- Все тела Солнечной системы движутся вокруг Солнца по круговым орбитам
- Синодический период обращения планет Солнечной системы всегда больше сидерического
- ✓ Среди больших планет Солнечной системы Нептун имеет самый большой период обращения

**За каждый верный ответ — 2 балла**

**За каждую ошибку снимается 2 балла**

**Максимальный балл за задание — 8**

### *Решение.*

Все планеты Солнечной системы обращаются вокруг Солнца в одном направлении, так как они связаны общим происхождением из одного вращавшегося газопылевого облака. Чем дальше планета от Солнца, тем больше её орбитальный период и тем меньше скорость движения по орбите.

Планеты двигаются по эллиптическим орбитам, хотя у некоторых планет (как, например, у Земли) форма орбиты близка к окружности. По очень вытянутым, а иногда и разомкнутым траекториям двигаются кометы.

Планета находится в противостоянии, если угловое расстояние между направлением на Солнце и направлением на планету равно  $180^\circ$  (мы пренебрегаем тем, что плоскость орбиты планеты не совпадает с плоскостью эклиптики). Внутренние планеты (для Земли это Меркурий и Венера) не могут настолько удаляться от Солнца. Венера может отстоять от Солнца максимум на  $48^\circ$ , а Меркурий — на  $28^\circ$ .

Синодический период — это период повторения одной и той же конфигурации планеты. Рассмотрим, с каким периодом повторяются противостояния у Нептуна. Через земной сидерический (звёздный) год после противостояния Земля вернётся в ту же точку своей орбиты, тогда как Нептун (его сидерический период составляет почти 165 лет) почти не сдвинется. Значит, следующее противостояние произойдёт чуть больше, чем через земной год после предыдущего. Таким образом, у Нептуна синодический период гораздо меньше сидерического.

## Задание № 5.2

---

### Условие:

Выберите верные утверждения:

### Ответ:

- ✓ Все планеты Солнечной системы обращаются вокруг Солнца в одном направлении
- ✓ Чем дальше от Солнца планета, тем меньше скорость её движения по орбите
- ✓ Среди планет Солнечной системы только у Венеры и Меркурия с Земли могут наблюдаться прохождения по диску Солнца
- Все тела Солнечной системы движутся вокруг Солнца по круговым орбитам
- Синодический период обращения планет Солнечной системы всегда больше сидерического
- ✓ Среди планет Солнечной системы Меркурий имеет самый маленький период обращения

**За каждый верный ответ — 2 балла**

**За каждую ошибку снимается 2 балла**

**Максимальный балл за задание — 8**

*Решение по аналогии с заданием 5.1*

## Задание № 6.1

---

### Условие:

Где-то в сибирской тайге лесник осенним утром вошёл в лес, при этом его тень падала строго против направления движения. Далее лесник 6 часов шёл по прямой, затем развернулся на 180 градусов и пошёл обратно к месту входа. Выберите верное утверждение:

### Ответ:

- После поворота Солнце будет светить леснику в спину
- После поворота Солнце будет светить леснику в лицо
- После поворота Солнце будет светить на лесника слева
- После поворота Солнце будет светить на лесника справа
- К моменту поворота Солнце уже сядет за горизонт

**Точное совпадение ответа — 7 баллов**

**Максимальный балл за задание — 7**

### *Решение.*

Раз тень лесника падала против направления его движения, значит, лесник двигался в сторону Солнца. Утром Солнце располагается вблизи точки восхода, а осенью Солнце восходит почти на востоке. Поэтому первоначально лесник шёл на восток. Через 6 часов Солнце будет находиться вблизи верхней кульминации, которая происходит над точкой юга (уточним, что в день осеннего равноденствия Солнце непосредственно достигнет верхней кульминации ровно через 6 часов после восхода). Значит, до того как лесник повернул, Солнце светило на него справа, а после поворота — слева.

## Задание № 6.2

---

### Условие:

Где-то в сибирской тайге лесник весенним утром вошёл в лес, при этом его тень падала строго по направлению движения. Далее лесник 6 часов шёл по прямой, затем развернулся на 180 градусов и пошёл обратно к месту входа. Выберите верное утверждение:

### Ответ:

- После поворота Солнце будет светить леснику в спину
- После поворота Солнце будет светить леснику в лицо
- После поворота Солнце будет светить на лесника слева
- После поворота Солнце будет светить на лесника справа
- К моменту поворота Солнце уже сядет за горизонт

**Точное совпадение ответа — 7 баллов**

**Максимальный балл за задание — 7**

*Решение по аналогии с заданием 6.1*

## Задание № 7.1

---

### Условие:

У звезды типа Солнца HD165595 обнаружена экзопланета, обращающаяся по круговой орбите с периодом 100 суток. Какой угловой диаметр будет иметь звезда HD165595 при наблюдении с этой планеты? Ответ выразите в градусах, округлите до десятых. Считайте, что угловой диаметр Солнца для земного наблюдателя равен  $0.50^\circ$ .

**Ответ:** засчитывается в диапазоне [1.1; 1.3]

**Точное совпадение ответа — 10 баллов**

**Максимальный балл за задание — 10**

*Решение.*

Найдём радиус орбиты экзопланеты. Для этого воспользуемся третьим законом Кеплера. Можно напрямую сравнивать движение экзопланеты с движением Земли, так как масса звезды HD165595 равна массе Солнца.

Период обращения экзопланеты в земных годах равен  $\frac{100}{365.26}$  лет  $\approx 0.27$  года.

Тогда радиус орбиты экзопланеты в астрономических единицах будет равен:

$a = 0.27^{2/3} \approx 0.42$  а.е. При малых углах (до  $10^\circ$ ) угловой размер объекта прямо пропорционален его физическому размеру и обратно пропорционален расстоянию до него. Тогда отношение углового диаметра HD165595

к угловому диаметру Солнца:  $\frac{\rho_*}{\rho_{\text{С}}} = \frac{1 \text{ а.е.}}{0.42 \text{ а.е.}} \approx 2.4$ . А значит, угловой диаметр

HD165595 составляет примерно  $1.2^\circ$ .

## Задание № 7.2

---

**Условие:**

У звезды типа Солнца HD68333 обнаружена экзопланета, обращающаяся по круговой орбите с периодом 50 суток. Какой угловой диаметр будет иметь звезда HD68333 при наблюдении с этой планеты? Ответ выразите в градусах, округлите до десятых. Считайте, что угловой диаметр Солнца для земного наблюдателя равен  $0.50^\circ$ .

**Ответ:** засчитывается в диапазоне [1.8; 2.0]

**Точное совпадение ответа — 10 баллов**

**Максимальный балл за задание — 10**

*Решение по аналогии с заданием 7.1*

## Задание № 8.1

---

### Условие:

Какие из перечисленных небесных объектов нельзя увидеть невооружённым глазом с поверхности Земли?

### Ответ:

- Естественный спутник Земли
- ✓ Естественный спутник Марса
- Сатурн
- ✓ Галактика Водоворот
- ✓ Кольцо Юпитера
- ✓ Море Москвы на обратной стороне Луны

**За каждый верный ответ — 3 балла**

**За каждую ошибку снимается 4 балла**

**Максимальный балл за задание — 12**

### *Решение.*

Море Москвы в принципе нельзя увидеть с Земли, так как Луна всё время повернута к нам одной и той же стороной (не считая либраций — небольших покачиваний). Естественные спутники Марса, кольцо Юпитера и галактика Водоворот слишком слабы, чтоб увидеть их невооружённым глазом. Невооружённым глазом наблюдаются лишь объекты, которые ярче 6 звёздной величины.

## Задание № 8.2

---

### Условие:

Какие из перечисленных небесных объектов нельзя увидеть невооружённым глазом с поверхности Земли?

### Ответ:

- Естественный спутник Земли
- Естественный спутник Урана
- Марс
- Галактика Сомбреро
- Кольцо Юпитера
- Море Москвы на обратной стороне Луны

**За каждый верный ответ — 3 балла**

**За каждую ошибку снимается 4 балла**

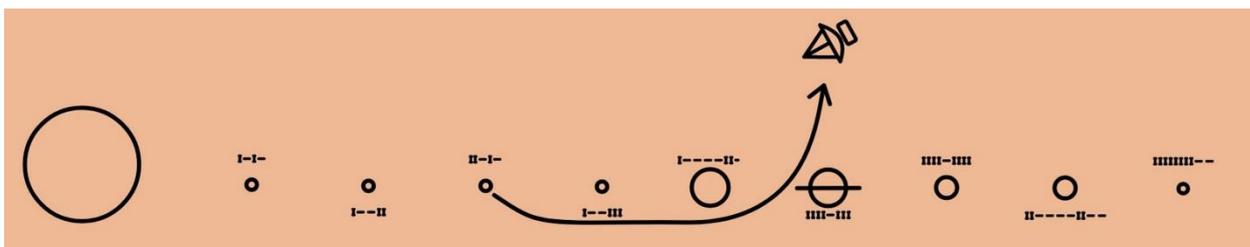
**Максимальный балл за задание — 12**

*Решение по аналогии с заданием 8.1*

## Задание № 9

### Общее условие:

Дан фрагмент послания внеземным цивилизациям с золотой пластинки, установленной на борту автоматической межпланетной станции «Пионер-10». Во фрагменте схематически раскрывается строение Солнечной системы.



### Условие:

За время, прошедшее с запуска, наши представления немного поменялись. Выберите из списка ошибочные (с современной точки зрения) выводы, которые инопланетяне могли бы сделать из этого рисунка:

### Ответ:

- ✓ В Солнечной системе 9 планет
- По размерам планеты чётко делятся на две группы
- На третьей от звезды планете есть разумная жизнь
- ✓ Кольцо есть только у одной планеты

**За каждый верный ответ — 4 балла**

**За каждую ошибку снимается 4 балла**

### Условие:

Возле планет указаны средние расстояния от планеты до Солнца в двоичной системе (единица — вертикальная чёрточка, ноль — горизонтальная). Что было взято в качестве единицы измерения расстояния?

**Ответ:**

- ✓ Десятая часть среднего расстояния от Меркурия до Солнца
- Десятая часть астрономической единицы
- Десятая часть размера Солнечной системы (на момент запуска)
- Десятая часть среднего расстояния от Юпитера до Солнца

**Точное совпадение ответа — 4 балла**

**Максимальный балл за задание — 12**

*Решение.*

В настоящее время в Солнечной системе не 9, а 8 планет. Плутон отнесён к группе карликовых планет. А также современные исследования показали, что кольца есть у всех планет-гигантов, а не только у Сатурна.

Возле ближайшей к звезде планеты (Меркурия) написано число 10 в двоичной системе  $1010_2 = 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 2^1 + 0 \cdot 2^0 = 10_{10}$ .

## Задание № 10

---

### Общее условие:

На Крымской астрономической станции МГУ установлены 4 камеры контроля состояния неба вдоль всего горизонта. На фотографии приведён вид с одной из камер, зафиксированный в ночь с 10 на 11 мая 2024 г.



В этот день на Земле наблюдалось очень сильное полярное сияние.

### Условие:

Эта картина сияния была наиболее яркой из тех, что можно наблюдать с указанной точки. В какую сторону направлена камера?

### Ответ:

- На юг
- На север
- На запад
- На восток

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

**Условие:**

За какое время до этого полярного сияния на Солнце происходил вызвавший его процесс?

**Ответ:**

- Примерно за 8 минут
- Примерно за 3 дня
- Примерно за половину лунного месяца
- Примерно за лунный месяц
- В начале текущего 25 цикла солнечной активности

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

**Максимальный балл за задание — 6**

*Решение.*

Полярное сияние — свечение атмосферы, вызванное взаимодействием заряженных частиц солнечного ветра с атомами и молекулами атмосферы. Причём заряженные частицы двигаются вдоль силовых линий магнитного поля. Ось магнитосферы Земли составляет небольшой угол по отношению к оси вращения Земли. Поэтому в Северном полушарии наиболее яркое свечение наблюдается в северной части горизонта.

Облака солнечной плазмы двигаются со скоростями 500–1000 км/с. Расстояние от Солнца до Земли они пройдут за время:

$$t = \frac{150 \cdot 10^6 \text{ км}}{1000 \text{ км/с}} = 150 \cdot 10^3 \text{ с} \approx 2 \text{ суток.}$$

Из предложенных вариантов ответа наиболее близкий — 3 суток.