

## Разбор заданий школьного этапа ВсОШ по астрономии

для 8 класса

2024/25 учебный год

Максимальное количество баллов — 100

### Задание № 1.1

---

#### Условие:

Выберите верные утверждения:

#### Ответ:

- Планетарные туманности образуются после разрушения планет
- Туманность Андромеды на самом деле не туманность, а галактика
- Шаровые скопления состоят из нескольких сотен звёзд
- Малое Магелланово Облако — галактика-спутник Млечного Пути
- Некоторые галактики имеют спиральную структуру
- Расстояние до большинства галактик не превышает 1 мегапарсека
- Галактики не могут сближаться или сталкиваться между собой

**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). Галактики называются спиральными, если в их диске прослеживаются спиральные структуры, которые называются рукавами. Существуют и другие типы галактик — например, эллиптические.

В Галактике находятся объекты различных типов, например, туманности и звёздные скопления. Шаровые звёздные скопления находятся в баре

(перемычке) и галактическом гало и состоят из сотен тысяч старых звёзд с низким содержанием металлов. Планетарные туманности — ещё один вид объектов 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. В будущем она столкнётся с Млечным Путём. Такое название — «Туманность Андромеды» — галактика получила по историческим причинам: она видна невооружённым глазом как туманное пятно, но её истинная природа стала понятна только в XX веке.

Большое и Малое Магеллановы Облака — ещё одни галактики, видимые невооружённым глазом. Это небольшие галактики, они являются спутниками Млечного Пути.

## Задание № 1.2

---

### Условие:

Выберите верные утверждения:

### Ответ:

- Планетарные туманности образуются после разрушения планет
- Расстояние до большинства галактик больше 1 мегапарсека
- Млечный Путь — галактика-спутник Большого Магелланова Облака
- Шаровые скопления состоят из нескольких сотен звёзд
- Туманность Андромеды на самом деле не туманность, а галактика
- Галактики могут сближаться и сталкиваться между собой
- Все галактики имеют спиральную структуру

**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:

Выберите объекты, расстояние до которых можно измерить методом горизонтального (а не годичного) параллакса:

### Ответ:

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

**За каждый верный ответ — 2 балла**

**За каждую ошибку снимается 1 балл**

**Максимальный балл за задание — 8**

### *Решение.*

Метод горизонтального параллакса позволяет измерять относительно небольшие расстояния — в пределах Солнечной системы. Для далёких звёзд соответствующее угловое смещение будет уже слишком мало. Таким образом, этот метод подойдёт для Луны, Ио, Венеры и кометы Галлея.

Напротив, метод годичного параллакса пригоден лишь для далёких объектов, так как между измерениями проходит полгода и расположение объектов Солнечной системы за это время само по себе значительно изменится. Этот метод подойдёт для Веги, Проксимы Центавра, Туманности Улитки и Плеяд.

## Задание № 2.2

---

### Условие:

Выберите объекты, расстояние до которых можно измерить методом годичного (а не горизонтального) параллакса:

### Ответ:

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

**За каждый верный ответ — 2 балла**

**За каждую ошибку снимается 1 балл**

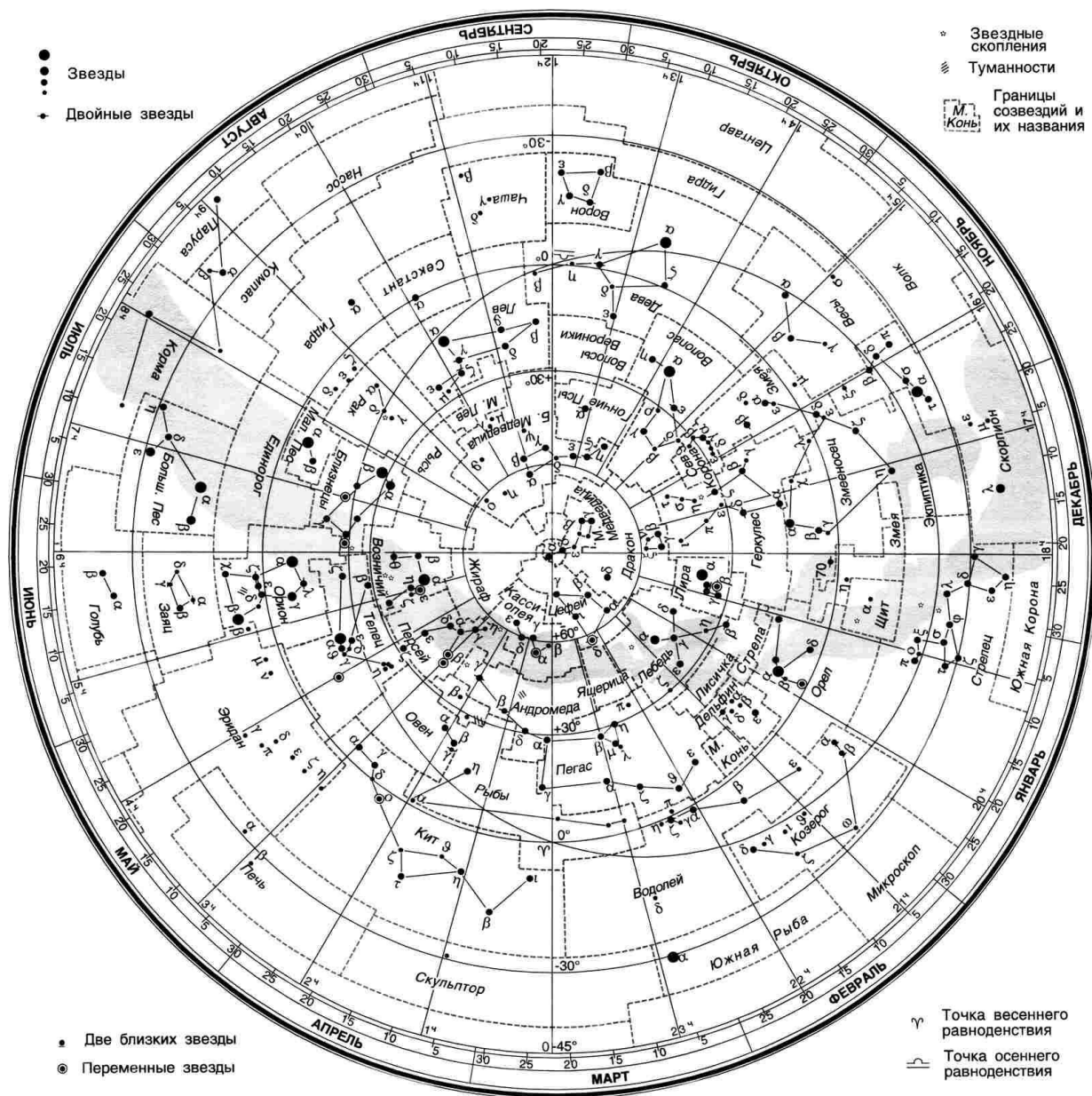
**Максимальный балл за задание — 8**

*Решение по аналогии с заданием 2.1*

### Задание № 3

Общее условие:

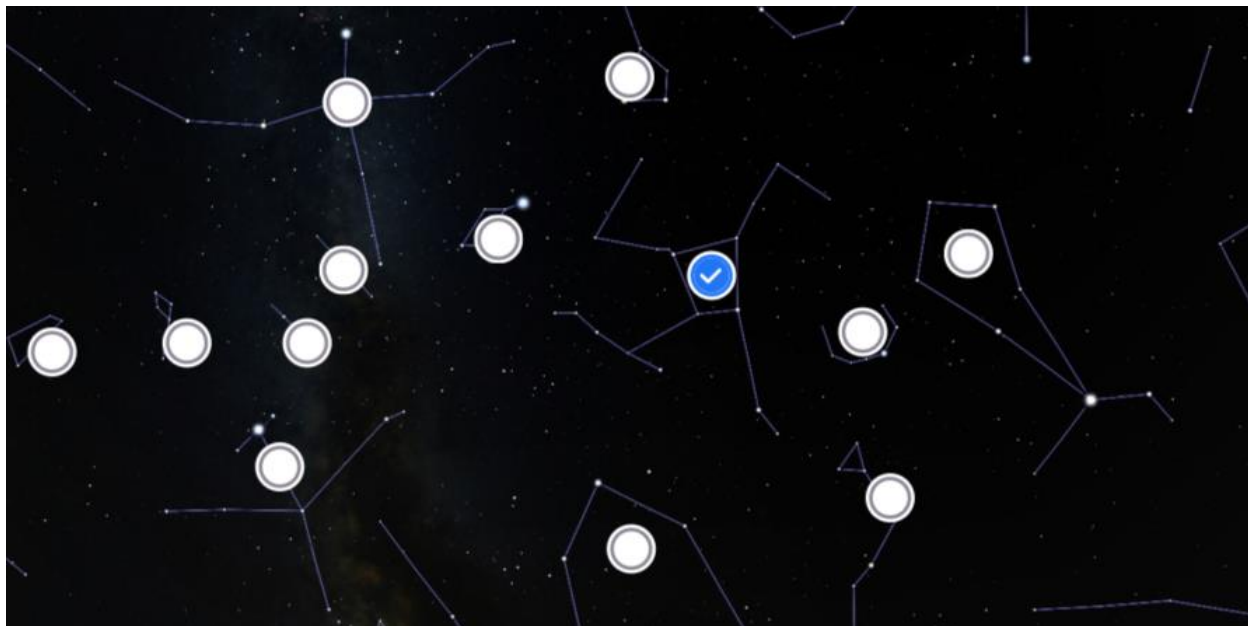
В этом задании вы можете использовать карту звёздного неба.



Условие:

Отметьте на изображении созвездие Геркулеса:

**Ответ:**



**Точное совпадение ответа — 3 балла**

*Решение.*

Созвездие Геркулеса легко найти по характерному астеризму. Оно находится чуть правее центра изображения.

**Условие:**

Выберите название самой яркой звезды на изображении:

**Ответ:**

- Вега
- Денеб
- Альтаир
- Сириус
- Арктур
- Гемма
- Алькаид

**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:**

Какой известный астеризм присутствует на изображении?

**Ответ:**

- Большой Ковш
- Большой квадрат Пегаса
- Ложный Крест
- Каскад Кембла
- Летний треугольник
- Пояс Ориона

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

**Максимальный балл за задание — 9**

*Решение.*

На рисунке присутствует астеризм Летний треугольник, образованный тремя звёздами — Вегой ( $\alpha$  Лиры), Денебом ( $\alpha$  Лебедя) и Альтаиром ( $\alpha$  Орла).



## Задание № 4

---

### Условие:

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

### Ответ:

Центр Млечного Пути	Стрелец
Солнце в день летнего солнцестояния	Телец
Полная Луна в день осеннего равноденствия	Рыбы
Ясли	Рак
Галактика Треугольника	Треугольник
Северный полюс эклиптики	Дракон

За каждую верную пару — 2 балла.

Максимальный балл за задание — 12

### Решение.

Направление на центр Млечного Пути находится в созвездии Стрельца. Ясли — рассеянное звёздное скопление в созвездии Рака. Галактика Треугольника, разумеется, находится в созвездии Треугольника. Точка летнего солнцестояния в настоящее время находится в Тельце. В день осеннего равноденствия полная Луна находится в точке, противоположной Солнцу, то есть 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 массами, выраженными в массах Земли.

### Ответ:

Юпитер	318
Венера	0.815
Церера	0.00016
Луна	0.0123

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

### *Решение.*

Юпитер и Сатурн — планеты-гиганты, поэтому их массы значительно больше массы Земли. Напротив, планеты земной группы, Венера и Марс, по массе близки к Земле. Луна — один из крупнейших спутников Солнечной системы, её масса составляет около  $1/81$  массы Земли. Наименьшей массой обладает карликовая планета Церера — её массы едва хватило, чтобы принять шарообразную форму.

### Условие:

У скольких планет Солнечной системы меньше естественных спутников, чем у Земли?

**Ответ: 2**

### **Точное совпадение ответа — 3 балла**

*Решение.*

Луна — единственный спутник Земли. У Меркурия и Венеры естественных спутников нет. У Марса известно два спутника — Фобос и Деймос. Количество спутников планет-гигантов исчисляется десятками.

### **Условие:**

Выберите верные утверждения:

### **Ответ:**

- У всех спутников планет нет атмосфер
- Юпитер может находиться в созвездии Девы не больше двух недель
- Уран и Венера могут оказаться рядом на небе Земли
- Диаметр Юпитера равен примерно 1/10 солнечного
- Меркурий может оказаться на земном небе в точке, противоположной Солнцу
- Самая высокая гора в Солнечной системе расположена на Марсе
- Сатурн — 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. В зависимости от взаимного расположения планет на орбите, рядом с Венерой можно наблюдать любые другие планеты Солнечной системы. Венера и Меркурий — внутренние планеты, поэтому не могут далеко отходить от Солнца на земном

небе. На Марсе расположена самая высокая гора Солнечной системы — потухший вулкан Олимп высотой 26 км.

Юпитер — вторая по яркости планета на небе Земли. Он медленно перемещается по зодиакальным созвездиям, делая один полный оборот примерно за 12 лет. Самый большой участок эклиптики находится в созвездии Девы — Юпитер там проводит больше 1 года. Это самая большая планета Солнечной системы — его радиус составляет примерно  $1/10$  от радиуса 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 массами, выраженными в массах Земли.

### Ответ:

Сатурн	95
Марс	0.107
Церера	0.00016
Луна	0.0123

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

### Условие:

У скольких планет Солнечной системы больше естественных спутников, чем у Земли?

**Ответ: 5**

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

### Условие:

Выберите верные утверждения:

### Ответ:

- ✓ Существует по крайней мере один спутник планеты, имеющий атмосферу

- Юпитер может находиться в созвездии Девы не больше двух недель
- Уран и Венера не могут оказаться рядом на небе Земли
- Диаметр Юпитера равен примерно 1/100 солнечного
- ✓ Меркурий не может оказаться на земном небе в точке, противоположной Солнцу
- ✓ Самая высокая гора в Солнечной системе расположена на Марсе
- Сатурн — самая яркая планета на небе Земли
- У некоторых планет-гигантов нет колец
- ✓ Большое красное пятно Юпитера больше по размеру, чем Земля

**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:

Первой многомодульной орбитальной станцией в истории была советская (впоследствии российская) станция «Мир». Она находилась на орбите с 20 февраля 1986 года по 23 марта 2001 года, совершив 86331 оборот вокруг Земли.



### Условие:

Сколько дней станция «Мир» находилась на орбите?

**Ответ:** засчитывается в диапазоне [5510; 5512]

**Точное совпадение ответа — 5 баллов**

### *Решение.*

Рассчитаем, сколько дней станция «Мир» находилась на орбите. Всего станция просуществовала  $2001 - 1986 = 15$  полных лет, из которых четыре были високосными (1988, 1992, 1996, 2000), и ещё дополнительно  $23 + (28 - 20) + 1 =$



= 32 дня (мы включаем в расчёт как день запуска, так и день схода с орбиты).

Всего получается:

$$365 \times 15 + 4 + 32 = 5511 \text{ дней.}$$

**Условие:**

Сколько полных оборотов вокруг Земли совершала станция за сутки?

**Ответ:** засчитывается в диапазоне [15; 16]

**Точное совпадение ответа — 5 баллов**

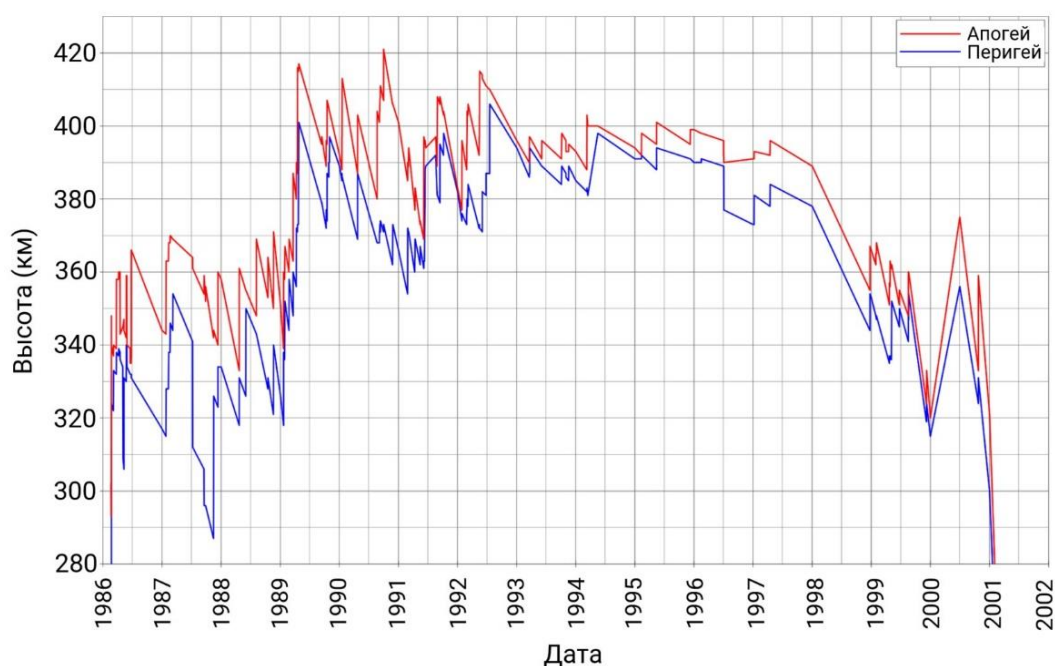
*Решение.*

За один день станция совершала в среднем  $86311 \div 5511 \approx 15.7$  оборотов, то есть 15 полных.

**Условие:**

На графике представлены параметры орбиты станции «Мир» за всё время её существования.

*Примечание: апогей и перигей — самая высокая и самая низкая точки орбиты соответственно.*



Какой наибольшей высоты над поверхностью Земли достигала станция? Ответ выразите в километрах.

**Ответ:** засчитывается в диапазоне [420; 422]

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

**Условие:**

В каком году это произошло?

**Ответ:** 1990

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

**Максимальный балл за задание — 16**

*Решение.*

На графике необходимо найти самую высокую точку. Она соответствует высоте в 421 км, которая была достигнута в 1990 году.

## Задание № 7.1

---

### Общее условие:

Известно, что угловое расстояние между звездой Каф (Бета Кассиопеи) и Полярной звездой составляет 31 градус.

### Условие:

Наблюдатель находится на  $43^\circ$  с. ш. На какой максимальной высоте он может увидеть Каф? Ответ выразите в градусах. Считайте, что Полярная звезда находится точно в полюсе мира.

**Ответ:** 74

**Точное совпадение ответа — 5 баллов**

### *Решение.*

Склонение полюса мира (и, соответственно, Полярной звезды) равно  $+90^\circ$ . Таким образом, склонение звезды Каф равно  $\delta = 90^\circ - 31^\circ = 59^\circ$ . На широте  $43^\circ$  высота звезды Каф в верхней кульминации составит:

$$90^\circ + \phi - \delta = 90^\circ + 43^\circ - 59^\circ = 74^\circ.$$

К этому же результату можно было прийти и проще: так как Каф находится довольно близко к Северному полюсу мира, то на средних широтах он кульминирует к северу от зенита, «над» Полярной звездой. Поэтому для нахождения его высоты в верхней кульминации достаточно сложить высоту Полярной звезды (которая равна широте места наблюдения) и угловое расстояние между звёздами:  $43^\circ + 31^\circ = 74^\circ$ .

### Условие:

На указанной широте Каф является незаходящей звездой. А чему равно максимально возможное угловое расстояние между Полярной звездой

и незаходящими звёздами в данной точке наблюдения? Ответ выразите в градусах.

**Ответ:** 43

**Точное совпадение ответа — 5 баллов**

**Максимальный балл за задание — 10**

*Решение.*

Незаходящие звёзды в нижней кульминации имеют высоту, большую нуля. Так как нижняя кульминация происходит на севере «под» Полярной звездой, а высота Полярной звезды равна  $43^\circ$ , то угловое расстояние между незаходящими звёздами и Полярной не может превышать  $43^\circ$ .

## Задание № 7.2

---

### **Общее условие:**

Известно, что угловое расстояние между звездой Каф (Бета Кассиопеи) и Полярной звездой составляет 31 градус.

### **Условие:**

Наблюдатель находится на  $56^\circ$  с. ш. На какой максимальной высоте он может увидеть Каф? Ответ выразите в градусах. Считайте, что Полярная звезда находится точно в полюсе мира.

**Ответ:** 87

**Точное совпадение ответа — 5 баллов**

### **Условие:**

На указанной широте Каф является незаходящей звездой. А чему равно максимально возможное угловое расстояние между Полярной звездой и незаходящими звёздами в данной точке наблюдения? Ответ выразите в градусах.

**Ответ:** 56

**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 звездой Каф (Бета Кассиопеи) и Полярной звездой составляет 31 градус.

**Условие:**

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

**Ответ:** 82

**Точное совпадение ответа — 5 баллов**

**Условие:**

На указанной широте Каф является незаходящей звездой. А чему равно максимально возможное угловое расстояние между Полярной звездой и незаходящими звёздами в данной точке наблюдения? Ответ выразите в градусах.

**Ответ:** 51

**Точное совпадение ответа — 5 баллов**

**Максимальный балл за задание — 10**

*Решение по аналогии с заданием 7.1*

## Задание № 8.1

---

### Условие:

Интенсивность метеорных потоков характеризуется величиной под названием «зенитное часовое число» (англ. Zenithal Hourly Rate, ZHR), которую можно грубо описать как количество метеоров, которые мог бы увидеть в течение часа наблюдатель, находящийся в идеальных условиях.



Какое максимальное количество метеоров может увидеть наблюдатель в течение 3 часов, если  $ZHR=45$ , а условия наблюдения позволяют зафиксировать не более 60 % метеоров?

**Ответ:** 81

**Точное совпадение ответа — 5 баллов**

**Максимальный балл за задание — 5**

*Решение.*

Так как ZHR — это количество метеоров за 1 час, за  $t = 3$  часа в идеальных условиях наблюдатель зафиксировал бы  $ZHR \cdot t = 45 \cdot 3 = 135$  метеоров. Но он может увидеть только 60 % метеоров, то есть  $135 \cdot 0.6 = 81$  метеор.

### Матрица ответов к версиям задания 8.

<b>№ задания</b>	<b>Время наблюдения (в часах)</b>	<b>ZHR</b>	<b>Количество зафиксированных метеоров (в %)</b>	<b>Ответ</b>
<b>8.1</b>	3	45	60	81
<b>8.2</b>	4	20	10	8
<b>8.3</b>	5	24	15	18
<b>8.4</b>	6	25	20	30
<b>8.5</b>	7	28	25	49
<b>8.6</b>	8	30	30	72
<b>8.7</b>	2	40	35	28
<b>8.8</b>	3	45	40	54
<b>8.9</b>	4	50	45	90
<b>8.10</b>	5	52	50	130
<b>8.11</b>	6	60	55	198
<b>8.12</b>	7	65	60	273
<b>8.13</b>	8	70	65	364
<b>8.14</b>	2	75	70	105
<b>8.15</b>	3	76	75	171
<b>8.16</b>	4	80	80	256
<b>8.17</b>	5	84	85	357
<b>8.18</b>	6	90	90	486
<b>8.19</b>	7	120	15	126
<b>8.20</b>	8	110	20	176



## Задание № 9

---

### Общее условие:

Известно, что Луна делает один оборот вокруг Земли относительно звёзд за 27.322 суток.



### Условие:

Определите угловую скорость перемещения Луны относительно звёзд. Ответ выразите в угловых минутах в час, округлите до целых.

**Ответ:** 33

**Точное совпадение ответа — 5 баллов**

### Условие:

Как полученная величина перемещения Луны за 1 час соотносится с её угловым диаметром?

### Ответ:

- Перемещение в несколько раз больше размеров Луны
- Перемещение в несколько раз меньше размеров Луны
- Перемещение примерно равно размерам Луны

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

**Максимальный балл за задание — 8**

*Решение.*

Луна делает 1 оборот в  $360^\circ$  за 27.322 суток. Учитывая, что  $360^\circ = 360 \cdot 60 = 21\,600'$ , а  $27.322 \text{ сут.} = 27.322 \cdot 24 \approx 655.7$  часов, получаем угловую скорость Луны:

$$21\,600 \div 655.7 \approx 33'/\text{ч.}$$

Это чуть больше среднего углового размера Луны (32').

## Задание № 10

---

### Условие:

Астрономический азимут захода Солнца в течение года значительно меняется, особенно в высоких широтах. Известно, что астрономический азимут отсчитывается от юга. Выберите месяцы, когда он бывает равен 90 градусам для наблюдателей, находящихся вдали от географических полюсов:

### Ответ:

- Январь
- Февраль
- Март
- Апрель
- Май
- Июнь
- Июль
- Август
- Сентябрь
- Октябрь
- Ноябрь
- Декабрь

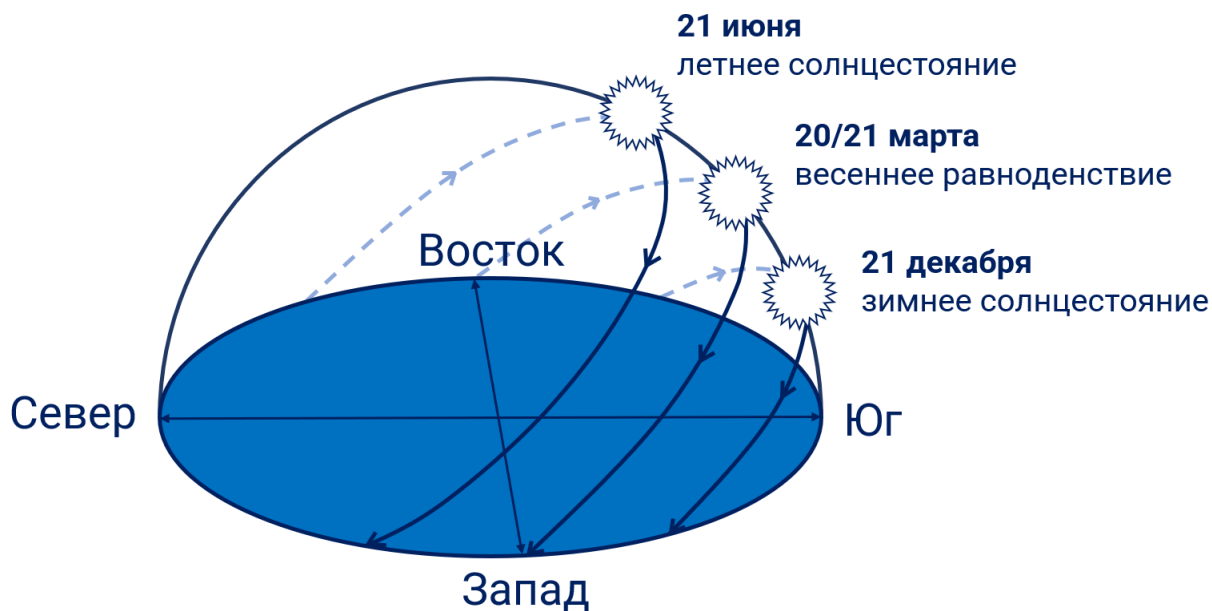
**За каждый верный ответ — 2 балла**

**За каждую ошибку снимается 1 балл**

### *Решение.*

Так как астрономический азимут отсчитывается от точки юга, точка на горизонте с азимутом  $90^\circ$  отстоит от неё на  $1/4$  окружности в направлении вращения небесной сферы. Это точка запада. В этой точке заходят светила, находящиеся на небесном экваторе, то есть с нулевым склонением. Светила

с положительным склонением заходят севернее, а с отрицательным — южнее. Таким образом, Солнце заходит в указанной точке тогда, когда находится на небесном экваторе — в дни равноденствий, примерно 20 марта и 22 сентября. В решении можно учесть дополнительные факторы. Вообще говоря, рассуждения выше относятся к истинному положению центра солнечного диска. Но, во-первых, диск Солнца имеет заметный угловой размер (радиус  $16'$ ) и часто под «заходом Солнца» подразумевают заход его верхнего края, а не центра. Во-вторых, на видимое положение Солнца влияет рефракция — преломление лучей в атмосфере Земли «приподнимает» видимый диск Солнца по сравнению с его истинным положением примерно на  $35'$ . Следовательно, если наблюдатель видит исчезновение верхнего края Солнца ровно в точке запада, на самом деле центр Солнца находится в этот момент ниже горизонта на  $16 + 35 = 51' = 0.85^\circ$ , а склонение Солнца отрицательно, хоть и близко к нулю. Учёт всех этих факторов даёт поправку при определении даты не более чем на 2-3 дня (точное значение зависит от широты места наблюдения), что в конечном итоге не влияет на выбор ответа.



**Условие:**

Чему равен азимут Солнца, когда его высота над горизонтом максимальна? Ответ выразите в градусах. Считайте, что наблюдения проводятся в России.

**Ответ: 0**

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

**Максимальный балл за задание — 7**

*Решение.*

Вся территория России находится в Северном полушарии Земли, причём севернее тропика Рака ( $23.5^\circ$  с.ш.). Иными словами, широта места наблюдения всегда больше склонения Солнца. Таким образом, верхняя кульминация Солнца в России всегда происходит над точкой юга. В этот момент азимут Солнца равен азимуту точки юга — то есть нулю.