

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

2024/25 учебный год

Максимальное количество баллов — 80

Задание № 1.1

Условие:

Выберите все правильные утверждения:

Ответ:

- ☐ Для жителя России Солнце восходит только на востоке, а Луна — как на востоке, так и на западе
- ☒ Наибольшая продолжительность дня для жителя России достигается летом
- ☐ Самый короткий месяц года — апрель
- ☒ Самые продолжительные календарные сезоны — весна и лето
- ☐ В Солнечной системе существует несколько звёзд, подобных Солнцу
- ☒ В центре нашей Галактики есть сверхмассивная чёрная дыра

За каждый верный ответ — 2 балла

За каждую ошибку снимается 2 балла

Максимальный балл за задание — 6

Решение.

1. Утверждение 1 является ложным, поскольку на Земле все естественные светила восходят на востоке и заходят на западе, значит, и Луна восходит лишь на востоке для жителей России.
2. Утверждение 2 является истинным. Действительно, летом для жителя России Солнце занимает наивысшее положение над горизонтом, а значит, оно

дольше находится над ним, следовательно, продолжительность дня будет наибольшей.

3. Утверждение 3 является ложным. В современном григорианском календаре год делится на 12 месяцев, и самым коротким из них является февраль, продолжительность которого составляет $28 \div 29$ суток.

Таблица 1. К определению продолжительности месяцев года и календарных сезонов

№	Месяц	Статус	Кол-во суток	№	Месяц	Статус	Кол-во суток
I	Сезон: Весна		92	III	Сезон: Осень		91
1	Март	длинный	31	7	Сентябрь	короткий	30
2	Апрель	короткий	30	8	Октябрь	длинный	31
3	Май	длинный	31	9	Ноябрь	короткий	30
II	Сезон: Лето		92	II	Сезон: Зима		90 ÷ 91
4	Июнь	короткий	30	10	Декабрь	длинный	31
5	Июль	длинный	31	11	Январь	длинный	31
6	Август	длинный	31	12	Февраль	короткий	28 ÷ 29

4. Утверждение 4 является истинным, в этом легко убедиться, анализируя значения продолжительностей календарных сезонов (в сутках), указанные жирным шрифтом в четвёртой и восьмой колонках таблицы 1.

5. Утверждение 5 является ложным. В настоящее время в Солнечной системе существует лишь одна звезда — Солнце.

6. Утверждение 6 является истинным, поскольку, согласно многочисленным исследованиям специалистов, установлено, что в центре нашей Галактики существует сверхмассивное и крайне компактное тело, по своим свойствам удовлетворяющее лишь модели сверхмассивной чёрной дыры.

Задание № 1.2

Условие:

Выберите все правильные утверждения:

Ответ:

- ✓ Наименьшая продолжительность дня для жителя России достигается зимой
- Для жителя России Луна восходит только на востоке, а Солнце — как на востоке, так и на западе
- ✓ Самый короткий месяц года — февраль
- ✓ В Солнечной системе существует только одна звезда — Солнце
- В центре нашей Галактики отсутствует сверхмассивная чёрная дыра
- Самые продолжительные календарные сезоны — осень и зима

За каждый верный ответ — 2 балла

За каждую ошибку снимается 2 балла

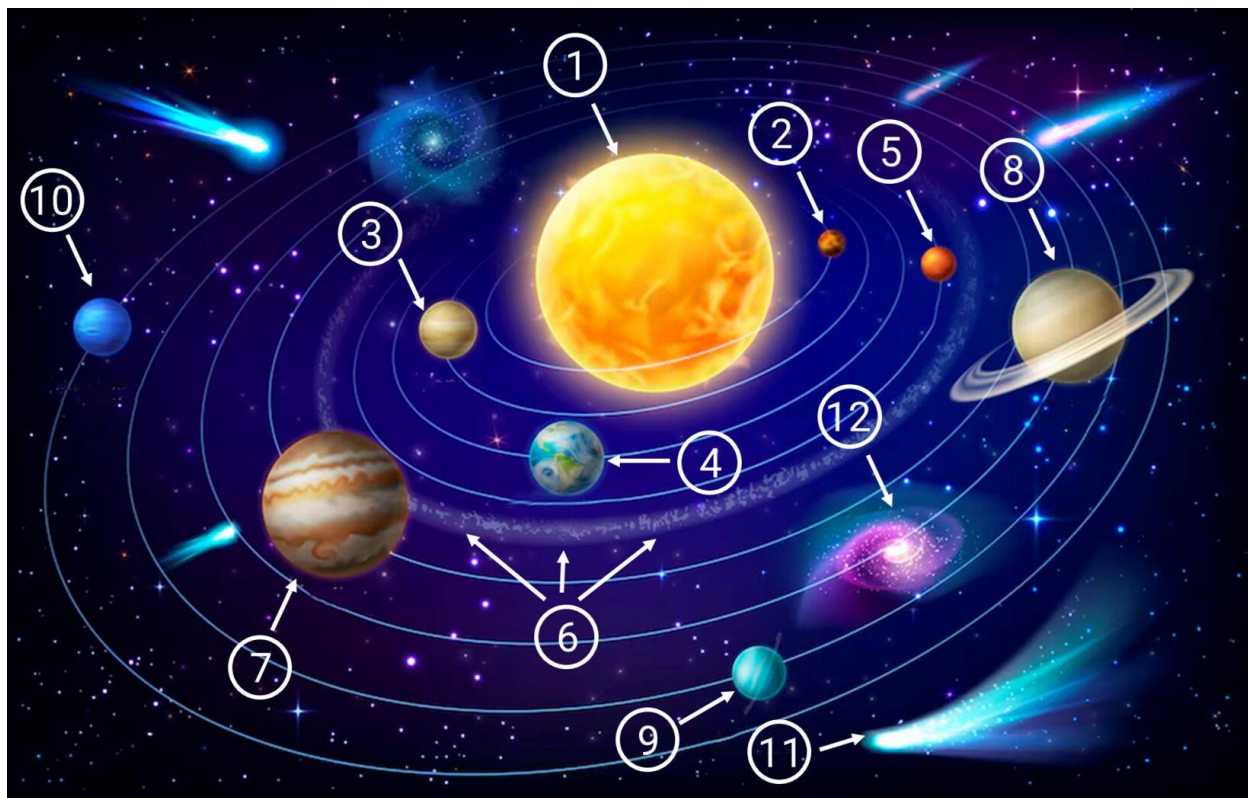
Максимальный балл за задание — 6

Решение по аналогии с заданием 1.1

Задание № 2.1

Общее условие:

Дана упрощённая схема Солнечной системы (не в масштабе) с указанием нумерации её основных тел.



Условие:

Установите соответствие между названиями космических тел и их обозначениями на рисунке.

Ответ:

Венера	3
Земля	4
Марс	5
Меркурий	2
Нептун	10

Сатурн	8
Юпитер	7
Уран	9

За каждую верную пару — 1 балл. Всего — 8 баллов

Решение.

Зная структуру Солнечной системы, легко установить соответствие между номером объекта на рисунке и его названием в перечне вариантов.

Условие:

Какое небесное тело в Солнечной системе является самосветящимся?

Ответ:

- ☒ 1
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ 4
- ☐ 5
- ☐ 6
- ☐ 7
- ☐ 8
- ☐ 9
- ☐ 10
- ☐ 11
- ☐ 12

Точное совпадение ответа — 2 балла

Решение.

Единственным самосветящимся телом Солнечной системы является Солнце.

Условие:

Какое из представленных небесных тел **НЕ** принадлежит Солнечной системе, а лишь случайно спроецировалось на неё?

Ответ:

- ☐ 1
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ 4
- ☐ 5
- ☐ 6
- ☐ 7
- ☐ 8
- ☐ 9
- ☐ 10
- ☐ 11
- ☒ 12

Точное совпадение ответа — 2 балла

Максимальный балл за задание — 12

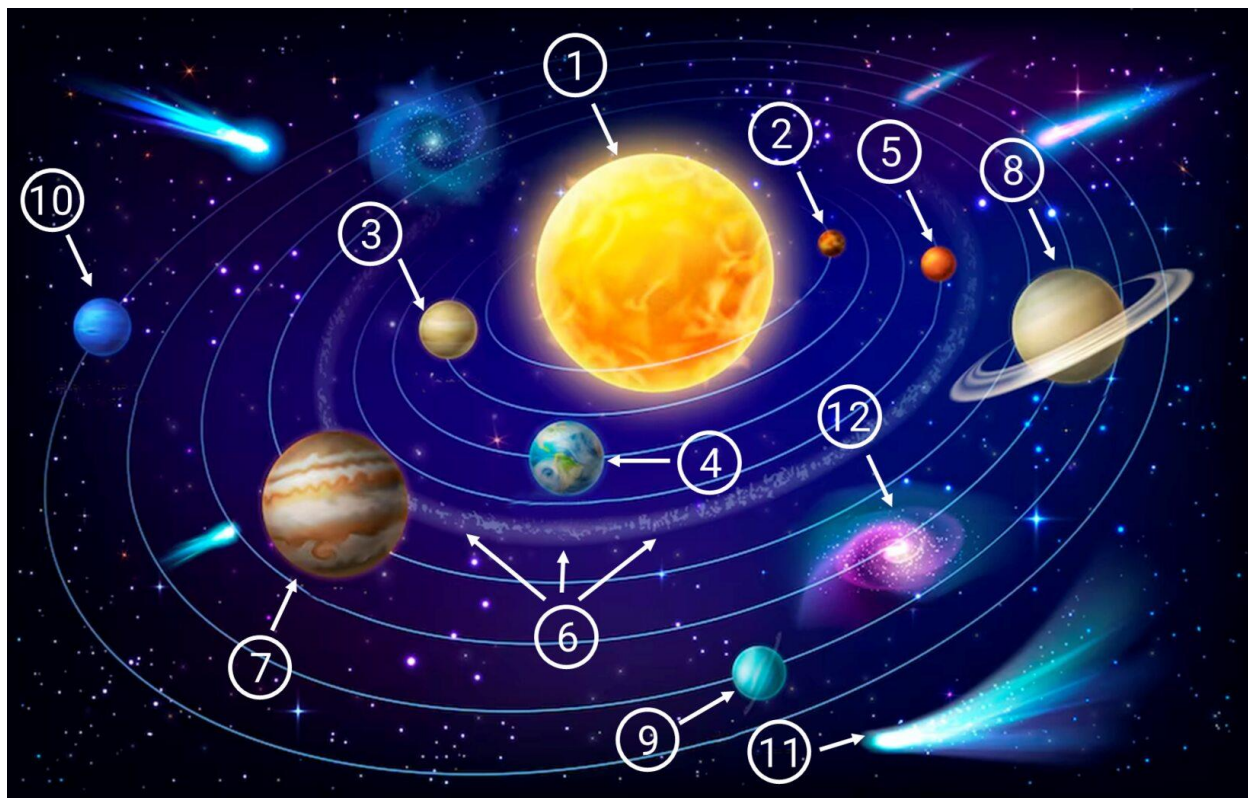
Решение.

Не принадлежит Солнечной системе объект № 12 — спиральная галактика. Она лишь случайно спроецировалась на область, занимаемую Солнечной системой.

Задание № 2.2

Общее условие:

Дана упрощённая схема Солнечной системы (не в масштабе) с указанием нумерации её основных тел.



Условие:

Установите соответствие между названиями космических тел и их обозначениями на рисунке.

Ответ:

Венера	3
Земля	4
Марс	5
Меркурий	2
Нептун	10

Сатурн	8
Юпитер	7
Уран	9

За каждую верную пару — 1 балл. Всего — 8 баллов

Условие:

Какое небесное тело Солнечной системы является её основным источником энергии?

Ответ:

- ☒ 1
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ 4
- ☐ 5
- ☐ 6
- ☐ 7
- ☐ 8
- ☐ 9
- ☐ 10
- ☐ 11
- ☐ 12

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

Какое из представленных небесных тел **НЕ** принадлежит Солнечной системе, а лишь случайно спроецировалось на неё?

Ответ:

- ☐ 1

- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ 4
- ☐ 5
- ☐ 6
- ☐ 7
- ☐ 8
- ☐ 9
- ☐ 10
- ☐ 11
- ☒ 12

Точное совпадение ответа — 2 балла

Максимальный балл за задание — 12

Решение по аналогии с заданием 2.1

Задание № 3.1

Условие:

Кого традиционно называют создателем геоцентрической системы мира (ГСМ)?

Ответ:

- ☐ Коперника
- ☒ Птолемея
- ☐ Галилея
- ☐ Браге
- ☐ Кеплера
- ☐ Ньютона

Точное совпадение ответа — 2 балла

Решение.

Традиционно «создателем» геоцентрической системы мира считают Птолемея. Следует отметить, что и до Птолемея многие учёные того времени придерживались этой концепции, однако лишь Птолемей дал полноценную математическую модель устройства мира, обладавшую высокой предсказательной силой.

Условие:

Какое небесное тело располагалось в центре Вселенной в ГСМ?

Ответ:

- ☐ Солнце
- ☐ Луна
- ☒ Земля

- Марс
- Сириус
- Сверхмассивная чёрная дыра

Точное совпадение ответа — 2 балла

Решение.

В центре геоцентрической системы мира располагалась Земля. На это указывает и само название: корень «гео» с греческого означает «земля».

Условие:

Какие небесные тела движутся лишь в одном направлении по земному небосводу относительно звёзд?

Ответ:

- ✓ Солнце
- Меркурий
- Венера
- ✓ Луна
- Марс
- Юпитер
- Сатурн

За каждый верный ответ — 2 балла

Максимальный балл за задание — 6

Решение.

Если тела двигаются лишь в одном направлении (прямом) относительно звёзд, значит, эти тела в принципе не имеют попятного движения. К таким телам относятся лишь Солнце и Луна.

Прямым движением светила называется видимое с Земли его движение с запада на восток относительно далеких звёзд. Большинство тел Солнечной

системы большую часть времени их наблюдений движутся именно так. Однако у всех планет, астероидов и комет наблюдается и *попятное движение* — наблюдаемое с Земли их движение на фоне далеких звёзд с востока на запад, т. е. в направлении, противоположном годичному движению Солнца и Луны.

Задание № 3.2

Условие:

Кто является автором гелиоцентрической системы мира (ГцСМ)?

Ответ:

- ☐ Птолемей
- ☐ Галилей
- ☒ Коперник
- ☐ Кеплер
- ☐ Браге
- ☐ Ньютон

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

Какое небесное тело располагалось в центре Вселенной в ГцСМ?

Ответ:

- ☐ Луна
- ☒ Солнце
- ☐ Земля
- ☐ Сириус
- ☐ Марс
- ☐ Сверхмассивная чёрная дыра

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

Какие небесные тела движутся лишь в одном направлении по земному небосводу относительно звёзд?

Ответ:

- ✓ Солнце
- Меркурий
- Венера
- ✓ Луна
- Марс
- Юпитер
- Сатурн

За каждый верный ответ — 2 балла

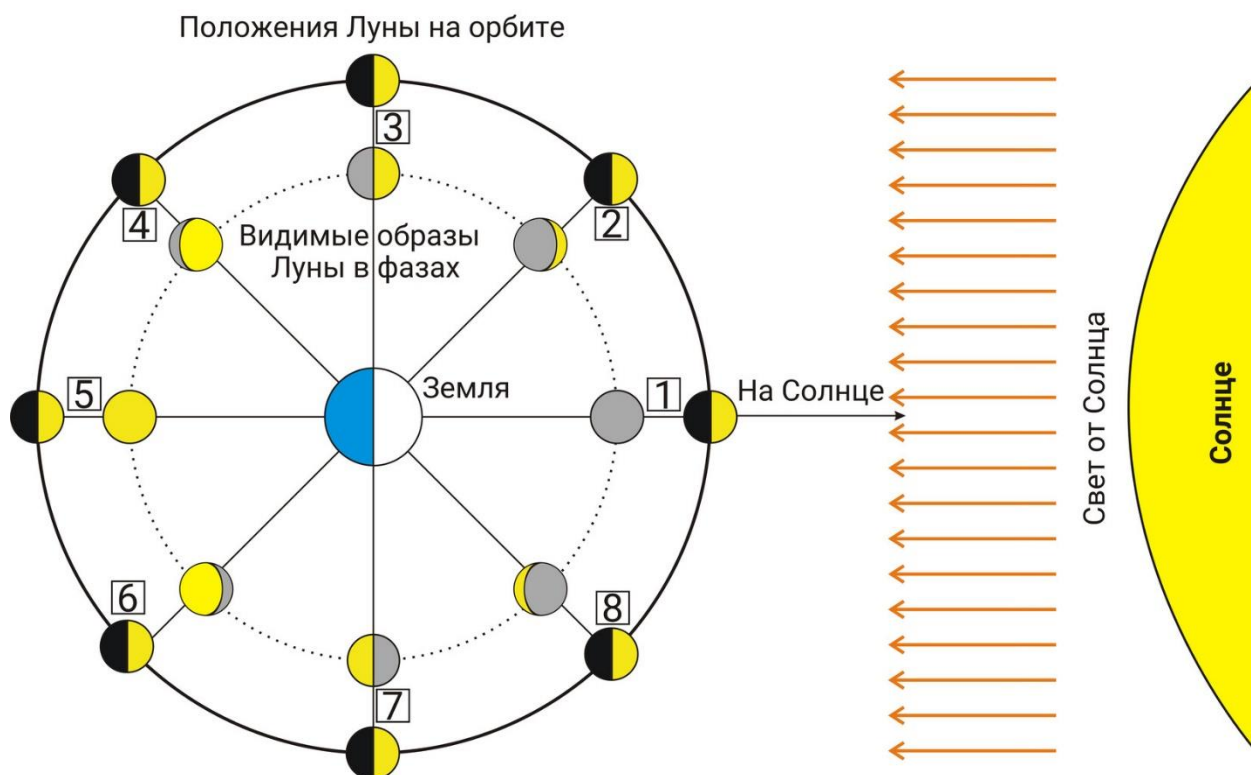
Максимальный балл за задание — 6

Решение по аналогии с заданием 3.1

Задание № 4.1

Общее условие:

На рисунке представлены Солнце, Земля и орбита Луны (без сохранения масштаба) с указанием некоторых характерных точек (пронумерованы арабскими цифрами в квадратах) её положений, а также видимые образы Луны для жителя северного географического полушария в этих положениях.



Условие:

Установите соответствие между явлениями и точками орбиты, в которых должна располагаться Луна, чтобы житель северного географического полушария мог наблюдать эти явления.

Ответ:

Солнечное затмение	1
Полнолуние	5

Молодой (растущий) месяц	2
--------------------------	---

За каждую верную пару — 2 балла. Всего — 6 баллов

Решение.

Для наблюдения солнечного затмения Луна должна находиться между Солнцем и Землёй, т. е. в положении 1.

Луна в фазе полнолуния располагается в направлении, противоположном направлению на Солнце для земного наблюдателя, значит, она должна оказаться в положении 5.

Согласно диаграмме, молодой растущий месяц наблюдается в положении 2.

Условие:

В какой точке своей орбиты Луна располагается на наибольшем удалении от Солнца?

Ответ:

- ☐ 1
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ 4
- ☒ 5
- ☐ 6
- ☐ 7
- ☐ 8

Точное совпадение ответа — 2 балла

Решение.

Согласно рисунку, наибольшее расстояние между Луной и Солнцем будет достигаться в положении 5.

Условие:

Насколько изменяется расстояние от Луны до Солнца при перемещении Луны из точки 1 в точку 5? Расстояние между Луной и Землёй (радиус круговой орбиты Луны) считать равным 384 000 км. Расстояние от Земли до Солнца не меняется. Ответ выразите в тысячах километров.

Ответ: засчитывается в диапазоне [766; 770]

Точное совпадение ответа — 4 балла

Максимальный балл за задание — 12

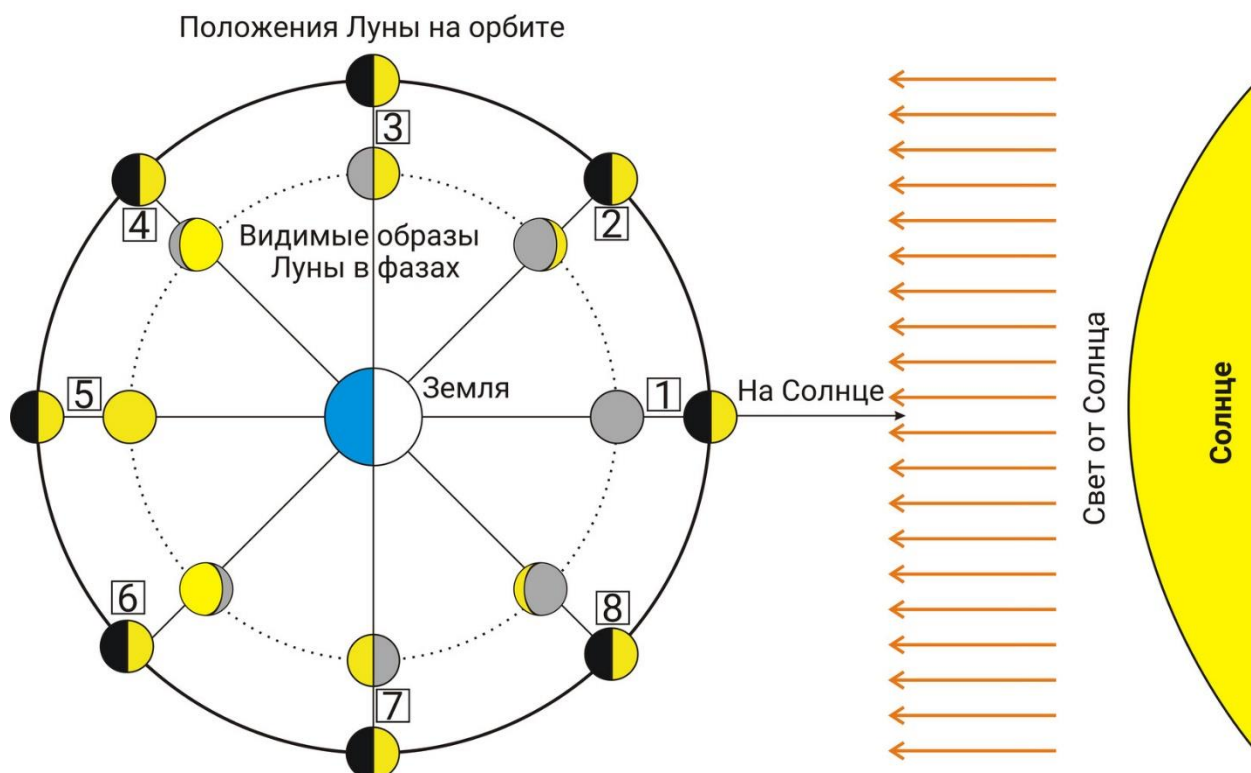
Решение.

При перемещении Луны из точки 1 в точку 5 расстояние между Солнцем и Луной увеличивается на два радиуса круговой орбиты последней, т. е. на 768 тысяч километров. В качестве ответа принимается число из интервала [766; 770].

Задание № 4.2

Общее условие:

На рисунке представлены Солнце, Земля и орбита Луны (без сохранения масштаба) с указанием некоторых характерных точек (пронумерованы арабскими цифрами в квадратах) её положений, а также видимые образы Луны для жителя северного географического полушария в этих положениях.



Условие:

Установите соответствие между явлениями и точками орбиты, в которых должна располагаться Луна, чтобы житель северного географического полушария мог наблюдать эти явления.

Ответ:

Новолуние	1
Лунное затмение	5
Старый (убывающий) месяц	8

За каждую верную пару — 2 балла. Всего — 6 баллов

Условие:

В какой точке своей орбиты Луна располагается на наименьшем расстоянии от Солнца?

Ответ:

- ☒ 1
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ 4
- ☐ 5
- ☐ 6
- ☐ 7
- ☐ 8

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

Насколько изменяется расстояние от Луны до Солнца при перемещении Луны из точки 5 в точку 1? Расстояние между Луной и Землёй (радиус круговой орбиты Луны) считать равным 384 000 км. Расстояние от Земли до Солнца не меняется. Ответ выразите в тысячах километров.

Ответ: засчитывается в диапазоне [766; 770]

Точное совпадение ответа — 4 балла

Максимальный балл за задание — 12

Решение по аналогии с заданием 4.1

Задание № 5.1

Условие:

Установите соответствие между астрономическим явлением и частотой его появления.

Ответ:

Восход Солнца над горизонтом в средних северных широтах	1 раз в сутки
Новолуние	1 раз в месяц
Приливы в морях и океанах Земли	1 раз в половину суток
Наибольшее сближение Земли и Марса	1 раз в 2 года
Вспышка сверхновой в нашей Галактике	1 раз в 50 лет
Солнцестояние	1 раз в полгода

За каждую верную пару — 2 балла.

Максимальный балл за задание — 12

Решение.

Известно, что:

1. Восход Солнца над горизонтом в средних широтах происходит 1 раз в сутки.
2. Новолуние наблюдается лишь 1 раз в течение лунного месяца, продолжительность которого равна приблизительно 30 суток.
3. В течение года происходит два солнцестояния: летнее и зимнее, отстоящие друг от друга на полгода.
4. Земля периодически сближается с другими планетами Солнечной системы. Наиболее редко это сближение происходит именно с Марсом. Каждое такое сближение повторяется лишь 1 раз в 2 года.

5. Приливы на поверхности Земли создают Солнце и Луна. При этом каждое тело создает два приливных горба, движение которых по поверхности, главным образом, обусловлено суточным вращением Земли. Следовательно, в данной точке поверхности Земли каждую половину суток проходит один из приливных горбов.
6. Одним из редких астрофизических явлений является вспышка сверхновой.

Задание № 5.2

Условие:

Установите соответствие между астрономическим явлением и частотой его появления.

Ответ:

Заход Солнца за горизонт в средних северных широтах	1 раз в сутки
Полнолуние	1 раз в месяц
Приливы в морях и океанах Земли	1 раз в половину суток
Наибольшее сближение Земли и Марса	1 раз в 2 года
Вспышка сверхновой в нашей Галактике	1 раз в 50 лет
Равноденствие	1 раз в полгода

За каждую верную пару — 2 балла.

Максимальный балл за задание — 12

Решение по аналогии с заданием 5.1

Задание № 6.1

Условие:

К какому геометрическому телу наиболее близка Земля по форме?

Ответ:

- ☐ Плоский диск
- ☐ Куб
- ☒ Шар
- ☐ Цилиндр
- ☐ Невозможно определить, форма Земли постоянно изменяется

Точное совпадение ответа — 2 балла

Решение.

Земля имеет форму, близкую к шару.

Условие:

На какую звезду ориентирована ось вращения Земли в пространстве в данный момент времени?

Ответ:

- ☐ Вега
- ☐ Арктур
- ☒ Полярная
- ☐ Канопус
- ☐ Капелла
- ☐ Сириус

Точное совпадение ответа — 2 балла

Решение.

Ось вращения Земли в данный момент времени (приблизительно) ориентирована на Полярную звезду.

Условие:

Сколько материков сегодня насчитывается на Земле?

Ответ: 6

Точное совпадение ответа — 3 балла

Решение.

Из курса природоведения известно, что в настоящее время на поверхности Земли насчитывается 6 материков: Евразия, Северная Америка, Южная Америка, Африка, Австралия, Антарктида.

Условие:

Какой из океанов обладает наибольшей площадью поверхности?

Ответ:

- ☐ Атлантический
- ☒ Тихий
- ☐ Индийский
- ☐ Северный Ледовитый
- ☐ Южный

Точное совпадение ответа — 3 балла

Максимальный балл за задание — 10

Решение.

Наибольшей площадью поверхности обладает Тихий океан.

Задание № 6.2

Условие:

К какому геометрическому телу наиболее близка Земля по форме?

Ответ:

- ☐ Плоский диск
- ☐ Куб
- ☒ Шар
- ☐ Цилиндр
- ☐ Невозможно определить, форма Земли постоянно изменяется

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

На какую звезду ориентирована ось вращения Земли в пространстве в данный момент времени?

Ответ:

- ☐ Вега
- ☐ Арктур
- ☒ Полярная
- ☐ Канопус
- ☐ Капелла
- ☐ Сириус

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

Сколько океанов сегодня насчитывается на Земле?

Ответ: 5

Точное совпадение ответа — 3 балла

Условие:

Какой из материков Земли обладает наибольшей площадью поверхности?

Ответ:

- ☐ Северная Америка
- ☒ Евразия
- ☐ Австралия
- ☐ Южная Америка
- ☐ Африка
- ☐ Антарктида

Точное совпадение ответа — 3 балла

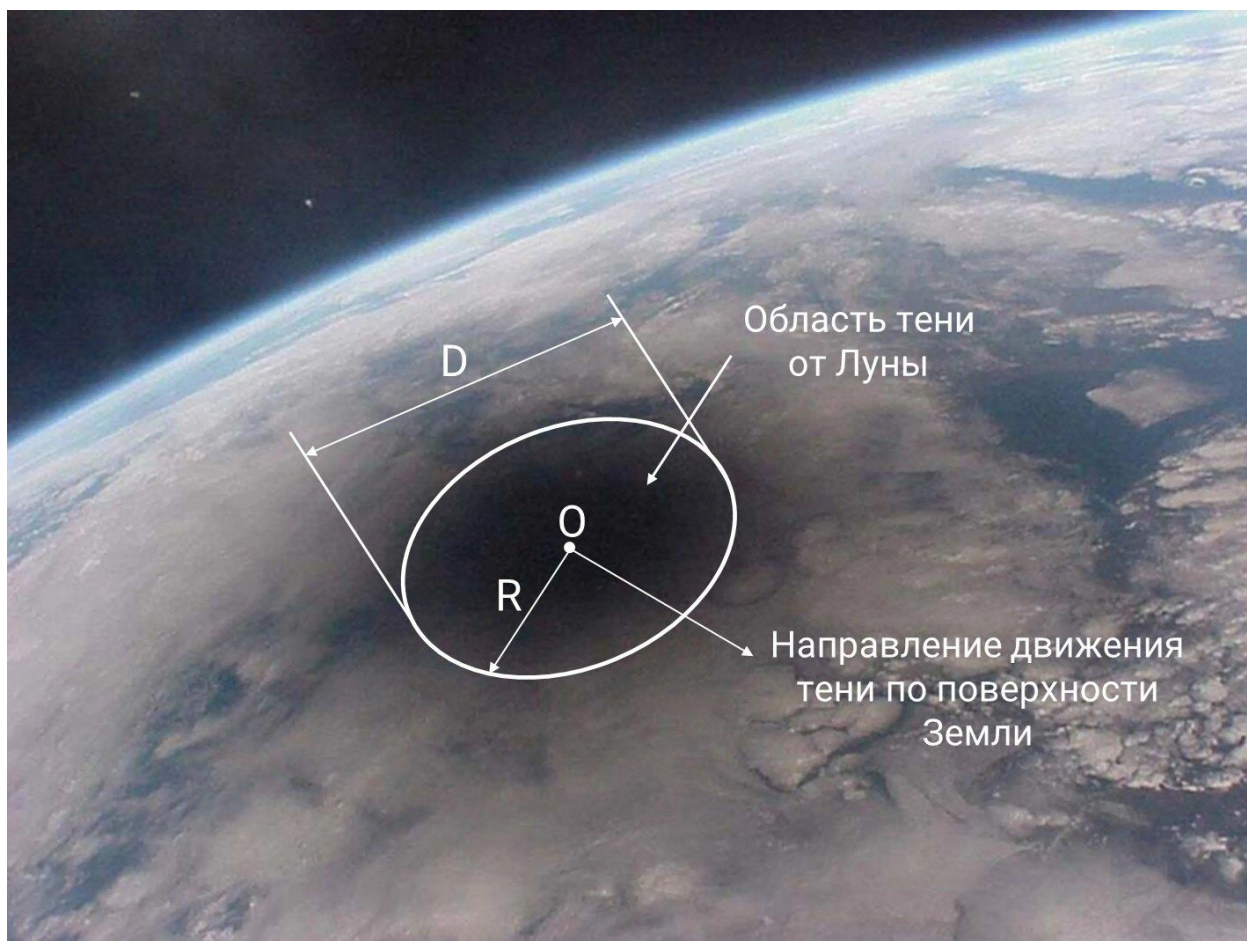
Максимальный балл за задание — 10

Решение по аналогии с заданием 6.1

Задание № 7.1

Условие:

Определите продолжительность полного солнечного затмения в точке О поверхности Земли.



Известно, что $D = 120$ км — диаметр круга лунной тени в данном месте, а сама тень перемещалась по поверхности Земли (направление перемещения указано белой стрелкой) со скоростью 1 км/с. Ответ выразите в минутах, округлите до целых.

Ответ: 2

Точное совпадение ответа — 5 баллов

Решение.

Продолжительность полного солнечного затмения в точке О определяется временем прохождения круга тени через данную точку. Поскольку точка является центром круга, то относительно этого круга точка О должна перемещаться по его диаметру. Следовательно, продолжительность полного затмения — это время движения точки О по диаметру круга:

$$\tau_{\text{eclipse}} = D \div V = 120 \text{ с} = 2 \text{ мин.}$$

Условие:

Чему равна площадь тени на поверхности Земли? Ответ выразите в квадратных километрах, округлите до целых. Вам может оказаться полезной формула для определения площади круга радиуса R :

$$S_{\text{круг}} = \pi R^2, \text{ где } \pi = 3.14.$$

Ответ: засчитывается в диапазоне [11050; 11550]

Точное совпадение ответа — 5 баллов

Максимальный балл за задание — 10

Решение.

Площадь круга тени вычислим по формуле из задания. Из рисунка видно, что диаметр окружности в два раза больше радиуса, значит, данную формулу можно переписать так:

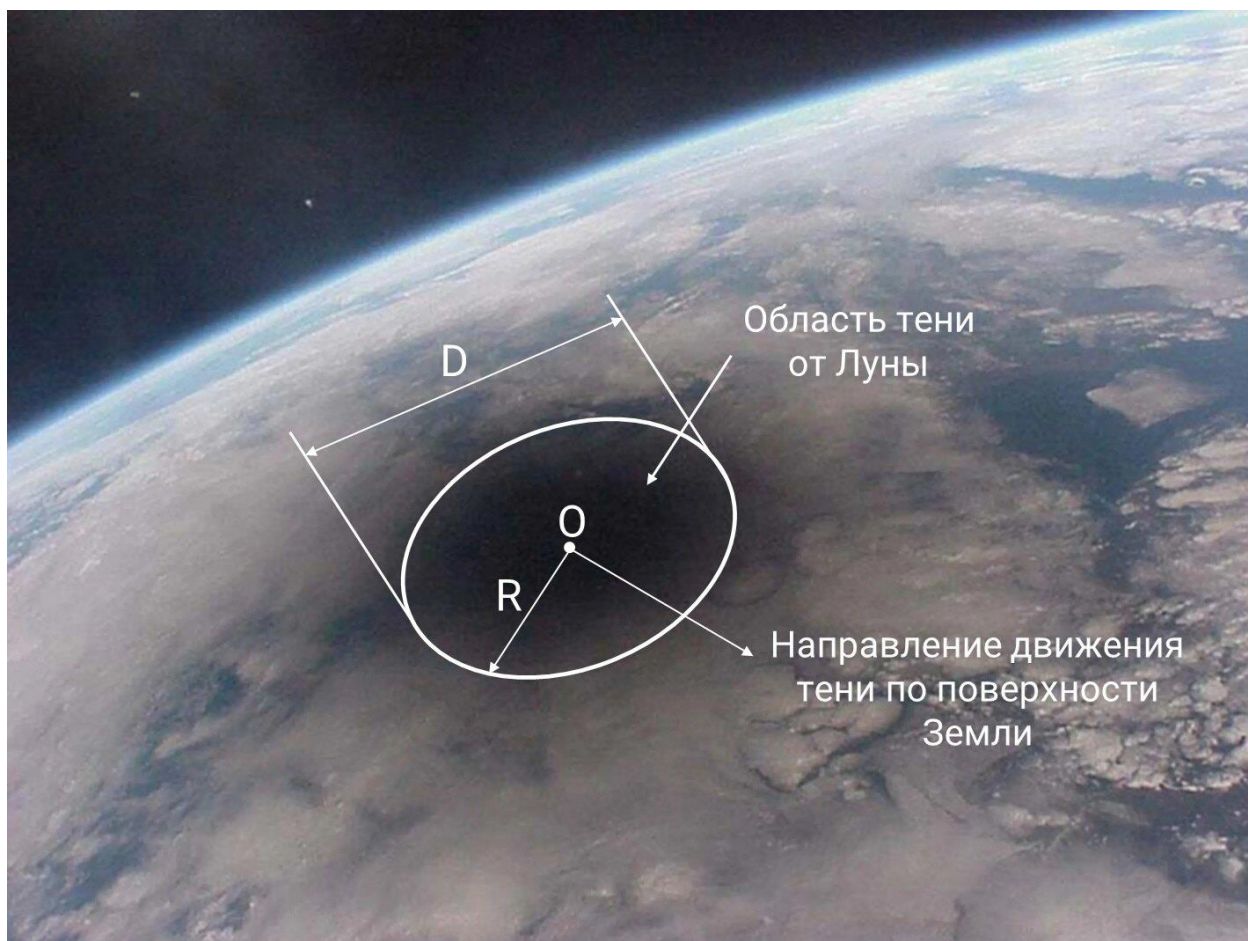
$$S = \pi \div 4 \cdot D^2 = 11304 \text{ км}^2.$$

В качестве ответа принимается число из интервала [11050; 11550] км².

Задание № 7.2

Условие:

Определите продолжительность полного солнечного затмения в точке О поверхности Земли.



Известно, что $D = 180$ км — диаметр круга лунной тени в данном месте, а сама тень перемещалась по поверхности Земли (направление перемещения указано белой стрелкой) со скоростью 1 км/с. Ответ выразите в минутах, округлите до целых.

Ответ: 3

Точное совпадение ответа — 5 баллов

Условие:

Чему равна площадь тени на поверхности Земли? Ответ выразите в квадратных километрах, округлите до целых. Вам может оказаться полезной формула для определения площади круга радиуса R :

$$S_{\text{круг}} = \pi R^2, \text{ где } \pi = 3.14.$$

Ответ: засчитывается в диапазоне [25200; 25700]

Точное совпадение ответа — 5 баллов

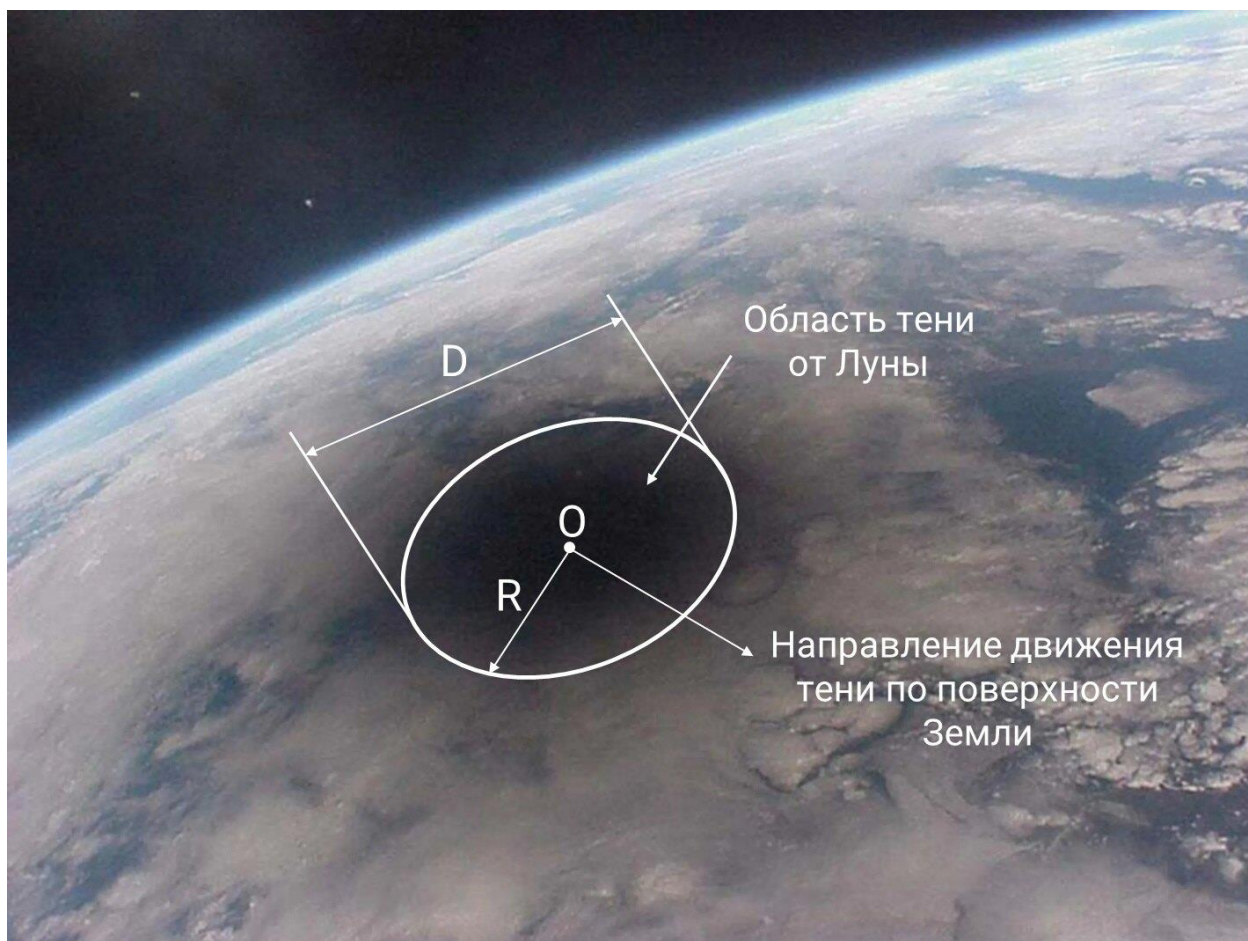
Максимальный балл за задание — 10

Решение по аналогии с заданием 7.1

Задание № 7.3

Условие:

Определите продолжительность полного солнечного затмения в точке О поверхности Земли.



Известно, что $D = 240$ км — диаметр круга лунной тени в данном месте, а сама тень перемещалась по поверхности Земли (направление перемещения указано белой стрелкой) со скоростью 1 км/с. Ответ выразите в минутах, округлите до целых.

Ответ: 4

Точное совпадение ответа — 5 баллов

Условие:

Чему равна площадь тени на поверхности Земли? Ответ выразите в квадратных километрах, округлите до целых. Вам может оказаться полезной формула для определения площади круга радиуса R :

$$S_{\text{круг}} = \pi R^2, \text{ где } \pi = 3.14.$$

Ответ: засчитывается в диапазоне [45000; 45500]

Точное совпадение ответа — 5 баллов

Максимальный балл за задание — 10

Решение по аналогии с заданием 7.1

Задание № 8.1

Общее условие:

В современном (григорианском) календаре принято выделять короткие и длинные месяцы. К длинным относятся месяцы продолжительностью 31 сутки, прочие — к коротким.

Условие:

На сколько отличается количество длинных месяцев от количества коротких месяцев в 2024 году?

Ответ: 2

Точное совпадение ответа — 5 баллов

Решение.

В 2024 году есть 7 длинных месяцев — январь, март, май, июль, август, октябрь, декабрь — и 5 коротких месяцев: февраль, апрель, июнь, сентябрь, ноябрь. Разница количеств длинных и коротких месяцев в данном году равна 2.

Условие:

На сколько дней больше содержится во всех длинных месяцах, нежели в коротких, в 2024 году?

Ответ: 68

Точное совпадение ответа — 5 баллов

Максимальный балл за задание — 10

Решение.

В семи длинных месяцах содержатся $31 \cdot 7 = 217$ сут, а в коротких — $30 \cdot 4 + 29 = 149$ сут. Здесь учтено, что 2024 год является високосным, т. е. в феврале 29 суток. Разница полученных количеств составляет 68 суток.

Задание № 8.2

Общее условие:

В современном (григорианском) календаре принято выделять короткие и длинные месяцы. К длинным относятся месяцы продолжительностью 31 сутки, прочие — к коротким.

Условие:

На сколько отличается количество длинных месяцев от количества коротких месяцев в 2023 году?

Ответ: 2

Точное совпадение ответа — 5 баллов

Условие:

На сколько дней больше содержалось во всех длинных месяцах, нежели в коротких, в 2023 году?

Ответ: 69

Точное совпадение ответа — 5 баллов

Максимальный балл за задание — 10

Решение по аналогии с заданием 8.1

Разбор заданий школьного этапа ВсОШ по астрономии

для 6-7 классов

2024/25 учебный год

Максимальное количество баллов — 80

Задание № 1.1

Условие:

Выберите все правильные утверждения:

Ответ:

- ☐ Два раза в год на земном экваторе суточное движение Солнца происходит параллельно горизонту
- ☐ Летом Луна всегда располагается ближе к Земле, чем зимой, поэтому видится земному наблюдателю более крупной
- ☒ В 2024 году календарная осень и зима имеют одинаковую продолжительность
- ☐ Полное солнечное затмение в некоторой точке поверхности Земли может длиться несколько часов
- ☒ В нашей Галактике содержится $200 \div 400$ млрд звёзд
- ☒ Ярчайшей галактикой среди близких галактик к Млечному Пути является Большое Магелланово Облако

За каждый верный ответ — 2 балла

За каждую ошибку снимается 2 балла

Максимальный балл за задание — 6

Решение.

1. Утверждение 1 является ложным, поскольку для наблюдателя на земном экваторе все небесные тела в суточном движении вблизи видимого горизонта

перемещаются перпендикулярно последнему. Значит, суточное движение Солнца параллельно горизонту здесь невозможно в принципе.

2. Утверждение 2 является ложным, поскольку приближение и удаление Луны от Земли обусловлено лишь движением спутника по орбите, по которой он совершает один полный оборот за 27.32 суток. Нетрудно понять, что движение Луны по орбите никак не связано с календарными сезонами года на Земле.

3. Утверждение 3 является истинным, поскольку календарная осень представлена тремя месяцами: сентябрем, октябрем, ноябрём, продолжительности которых равны соответственно 30, 31 и 30 суток. Следовательно, продолжительность осени составляет 91 сутки. Календарную зиму составляют три месяца: декабрь, январь и февраль, продолжительности которых равны 31, 31 и 29 суток соответственно. Таким образом, продолжительность зимы 2024 года составляет также 91 сутки. При записи последнего числа учтено, что 2024 год является високосным.

4. Утверждение 4 является ложным, поскольку в данной точке поверхности Земли продолжительность полного солнечного затмения составляет лишь несколько минут.

5. Утверждение 5 является истинным, поскольку, согласно современным данным, в нашей Галактике действительно насчитывается порядка $200 \div 400$ млрд звёзд.

6. Утверждение 6 также является истинным, поскольку, согласно данным наблюдений, самой яркой галактикой после Млечного Пути на земном небосводе является Большое Магелланово облако.

Задание № 1.2

Условие:

Выберите все правильные утверждения:

Ответ:

- Зимой Луна всегда располагается ближе к Земле, чем летом, поэтому видится земному наблюдателю более крупной
- ✓ Два раза в год на географических полюсах суточное движение Солнца происходит вдоль горизонта
- В 2023 году продолжительность календарной осени и зимы была одинаковой
- ✓ Полное солнечное затмение в данной точке поверхности Земли может длиться не более нескольких минут
- ✓ Туманность Андромеды — ярчайшая галактика (не учитывая Млечный Путь), видимая невооружённым глазом с территории России
- В нашей Галактике содержится $200 \div 400$ млн звёзд

За каждый верный ответ — 2 балла

За каждую ошибку снимается 2 балла

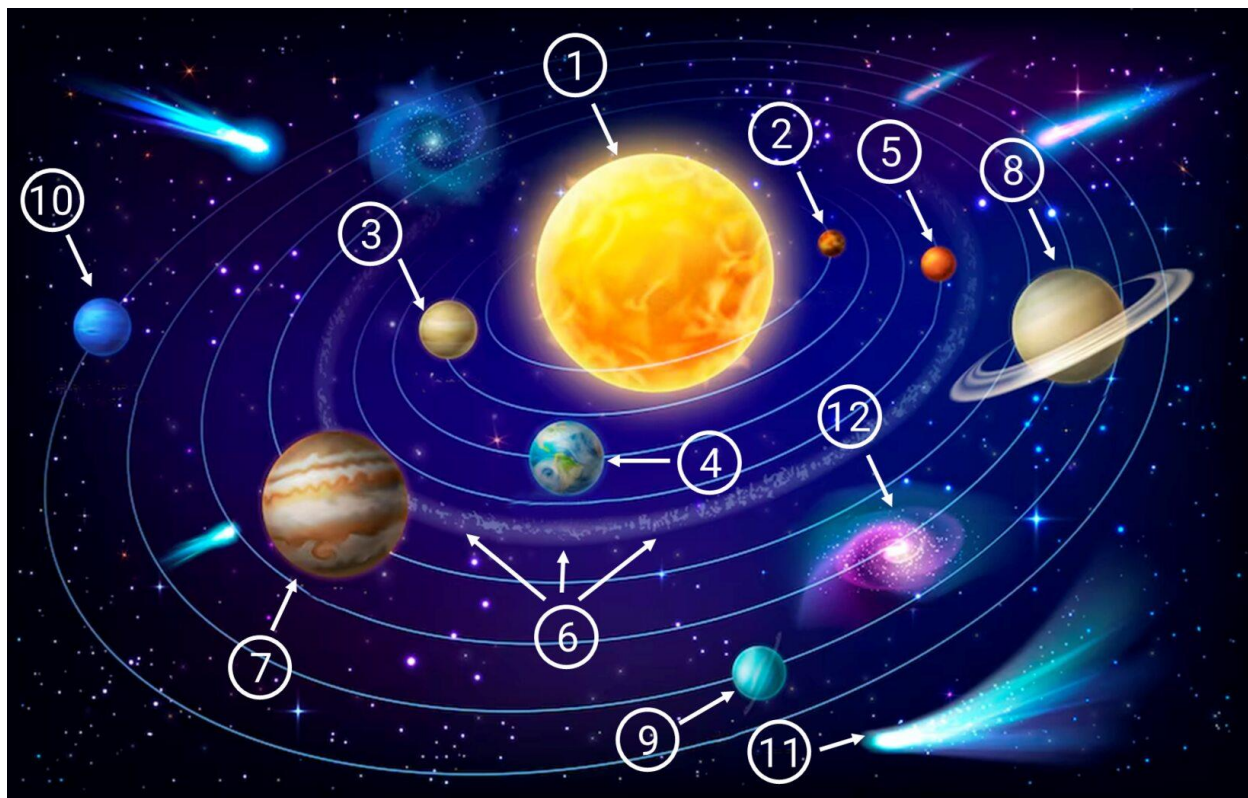
Максимальный балл за задание — 6

Решение по аналогии с заданием 1.1

Задание № 2.1

Общее условие:

Дана упрощённая схема Солнечной системы (не в масштабе) с указанием нумерации её основных тел.



Условие:

Какие из указанных объектов относятся к планетам земной группы?

Ответ:

- ☐ 1
- ☒ 2
- ☒ 3
- ☒ 4
- ☒ 5
- ☐ 6

- ☐ 7
- ☐ 8
- ☐ 9
- ☐ 10
- ☐ 11
- ☐ 12

За каждый верный ответ — 1 балл

Решение.

К планетам земной группы относятся Меркурий, Венера, Земля и Марс.

Условие:

Какие из указанных объектов относятся к планетам-гигантам?

Ответ:

- ☐ 1
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ 4
- ☐ 5
- ☐ 6
- ☒ 7
- ☒ 8
- ☒ 9
- ☒ 10
- ☐ 11
- ☐ 12

За каждый верный ответ — 1 балл

Решение.

К планетам-гигантам относятся Юпитер, Сатурн, Уран и Нептун.

Условие:

Какое небесное тело в Солнечной системе является самосветящимся?

Ответ:

- ☒ 1
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ 4
- ☐ 5
- ☐ 6
- ☐ 7
- ☐ 8
- ☐ 9
- ☐ 10
- ☐ 11
- ☐ 12

Точное совпадение ответа — 2 балла

Решение.

Единственным самосветящимся телом Солнечной системы является Солнце.

Условие:

Какие небесные тела обычно имеют неправильную форму, состоят преимущественно из скальных пород и расположены между орбитами планет земной группы и планет-гигантов?

Ответ:

- ☐ 1
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ 4
- ☐ 5
- ☒ 6
- ☐ 7
- ☐ 8
- ☐ 9
- ☐ 10
- ☐ 11
- ☐ 12

Точное совпадение ответа — 2 балла

Максимальный балл за задание — 12

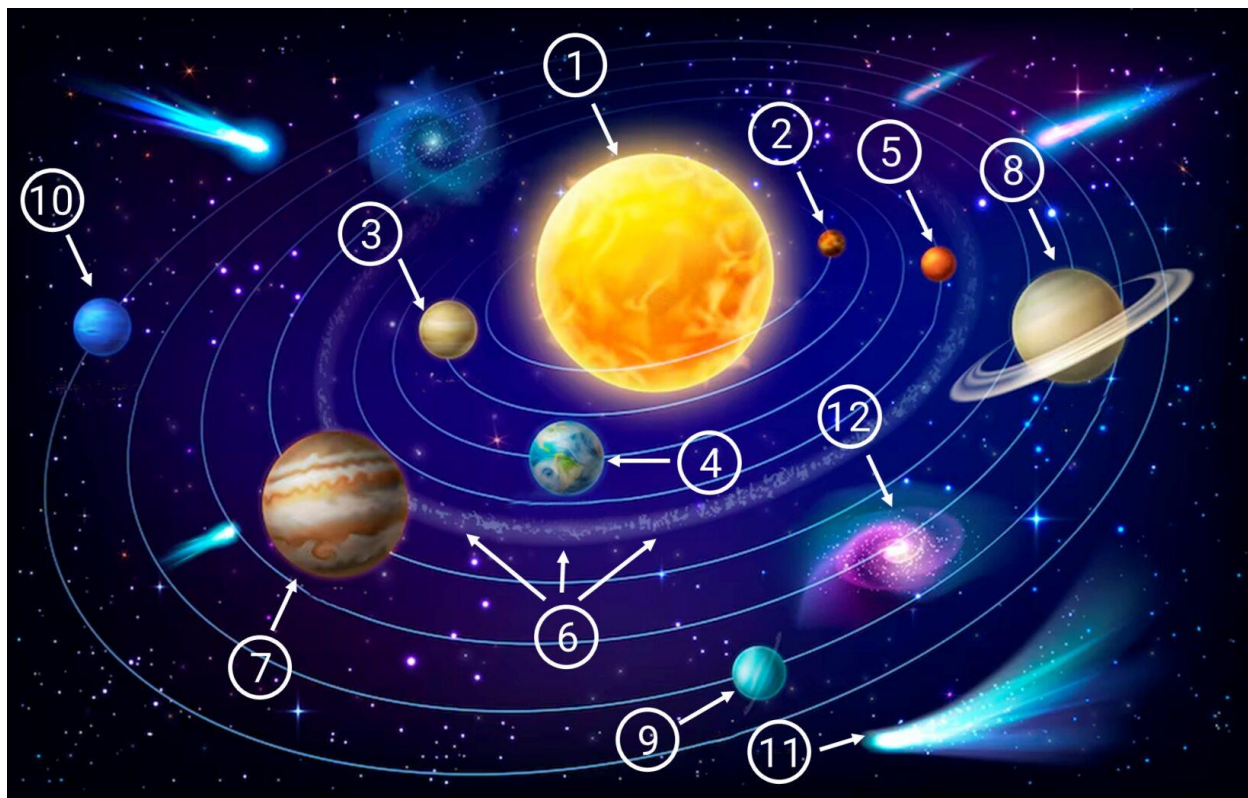
Решение.

Астероиды Главного пояса являются малыми телами Солнечной системы, имеющими, как правило, неправильную форму, состоящими преимущественно из скальных пород и расположенными между орбитами планет земной группы и планет-гигантов.

Задание № 2.2

Общее условие:

Дана упрощённая схема Солнечной системы (не в масштабе) с указанием нумерации её основных тел.



Условие:

Какие из указанных объектов относятся к планетам земной группы?

Ответ:

- ☐ 1
- ☒ 2
- ☒ 3
- ☒ 4
- ☒ 5
- ☐ 6

- ☐ 7
- ☐ 8
- ☐ 9
- ☐ 10
- ☐ 11
- ☐ 12

За каждый верный ответ — 1 балл

Условие:

Какие из указанных объектов относятся к планетам-гигантам?

Ответ:

- ☐ 1
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ 4
- ☐ 5
- ☐ 6
- ☒ 7
- ☒ 8
- ☒ 9
- ☒ 10
- ☐ 11
- ☐ 12

За каждый верный ответ — 1 балл

Условие:

Какое из представленных небесных тел является звездой?

Ответ:

- ☒ 1
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ 4
- ☐ 5
- ☐ 6
- ☐ 7
- ☐ 8
- ☐ 9
- ☐ 10
- ☐ 11
- ☐ 12

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

Какие небесные тела обычно имеют неправильную форму, движутся по сильно вытянутым орбитам и сильно изменяют свой образ при приближении к Солнцу?

Ответ:

- ☐ 1
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ 4
- ☐ 5
- ☐ 6
- ☐ 7
- ☐ 8
- ☐ 9

- 10
- ✓ 11
- 12

Точное совпадение ответа — 2 балла

Максимальный балл за задание — 12

Решение по аналогии с заданием 2.1

Задание № 3.1

Общее условие:

Даны фотографии ярчайших представителей двух типов звёздных скоплений, наблюдаемых в нашей Галактике.



А

Б

Условие:

Установите соответствие между изображениями скоплений и их названиями.

Ответ:

Скопление А	Плеяды (М45)
Скопление Б	Большое скопление Геркулеса (М13)

За каждую верную пару — 2 балла

Решение.

На рисунке А представлено, пожалуй, самое популярное среди рассеянных звёздных скоплений — скопление Плеяды (М45), расположенное в созвездии Тельца. На рисунке Б представлено шаровое скопление. Среди представленных вариантов лишь Большое скопление Геркулеса (М13) является таким по своему типу.

Условие:

Установите соответствие между изображениями скоплений и их типами.

Ответ:

Скопление А	Рассеянное скопление
Скопление Б	Шаровое скопление

За каждую верную пару — 2 балла

Решение.

Очевидно, скопление А является рассеянным, поскольку звёздные скопления распределены по звёздному полю хаотично, нет явно выраженного центра скопления. Скопление Б является шаровым, поскольку его форма близка к форме шара, имеет чётко просматривающийся центр, концентрация звёзд растёт по мере переноса взгляда от периферии скопления к его центру. Отметим, что скопления промежуточного класса характеризуются существенно большими размерами и массами, чем шаровые, имеют более протяжённое звёздное гало и, как правило, большее сжатие. Концентрация звёзд и средняя массовая плотность вещества здесь существенно ниже, чем в шаровых скоплениях. На данных фотографиях такие объекты не представлены.

Условие:

Какое звёздное скопление соответствует типу, представителей которого астрономы сегодня уверенно наблюдают в других галактиках?

Ответ:

- ☐ Скопление А
- ☒ Скопление Б
- ☐ Невозможно определить, плохо видны с больших расстояний

Точное совпадение ответа — 3 балла

Максимальный балл за задание — 11

Решение.

Астрономы в настоящее время наблюдают в других галактиках лишь шаровые звёздные скопления, поскольку они содержат большее количество звёзд, являются компактными, а значит, более яркими, нежели рассеянные скопления. Кроме того, шаровые скопления, как правило, находятся на перифериях галактик, где их проще увидеть.

Задание № 3.2

Общее условие:

Даны фотографии ярчайших представителей двух типов звёздных скоплений, наблюдаемых в нашей Галактике.



А

Б

Условие:

Установите соответствие между изображениями скоплений и их названиями.

Ответ:

Скопление А	Плеяды (М45)
Скопление Б	Большое скопление Геркулеса (М13)

За каждую верную пару — 2 балла

Условие:

Установите соответствие между изображениями скоплений и их типами.

Ответ:

Скопление А	Рассеянное скопление
Скопление Б	Шаровое скопление

За каждую верную пару — 2 балла

Условие:

Какое звёздное скопление соответствует типу, представители которого видны с бóльших расстояний?

Ответ:

- ☐ Скопление А
- ☒ Скопление Б
- ☐ Невозможно определить, расстояния от них до Земли периодически изменяются

Точное совпадение ответа — 3 балла

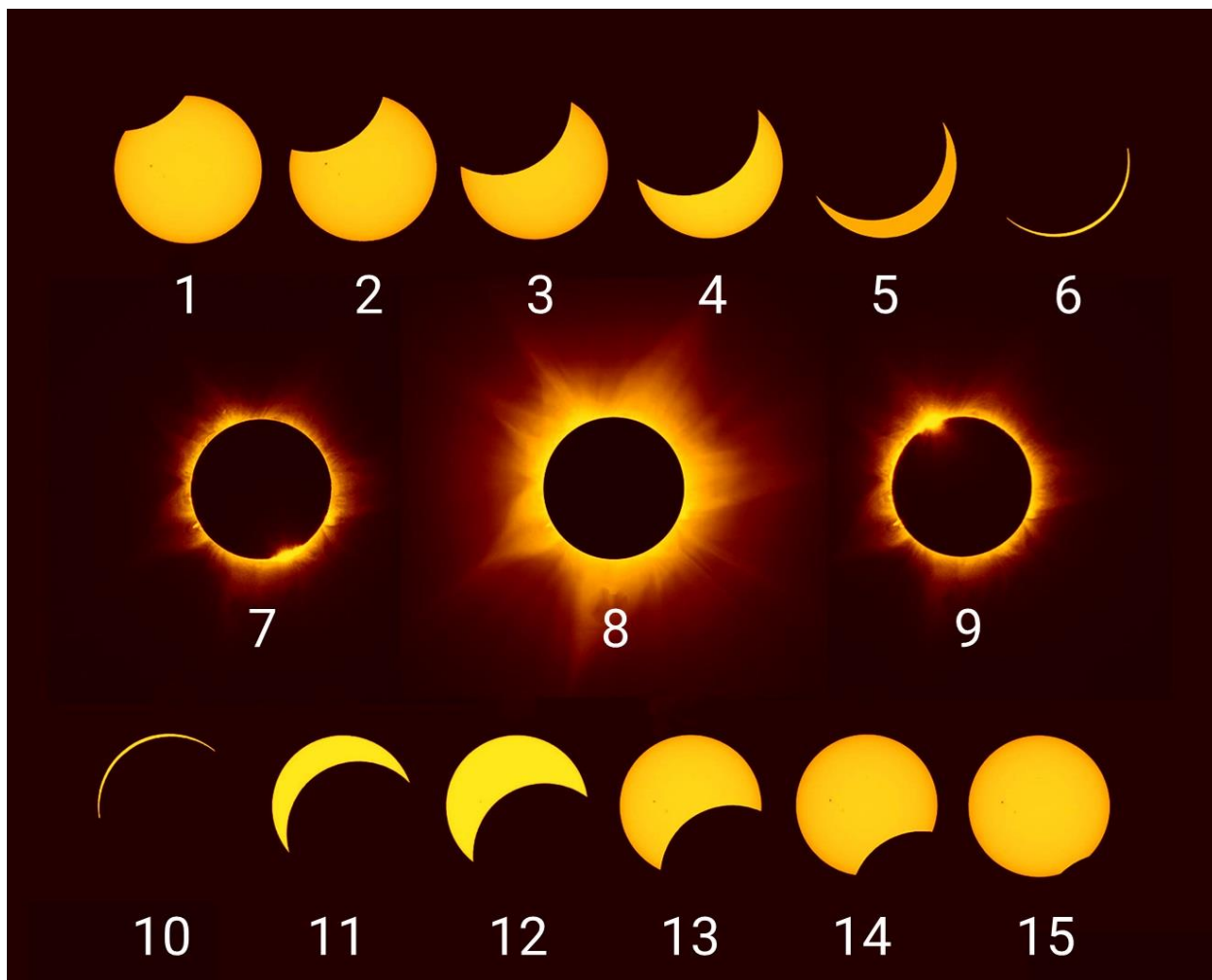
Максимальный балл за задание — 11

Решение по аналогии с заданием 3.1

Задание № 4.1

Общее условие:

Дана серия фотографий затмения, наблюдавшегося с территории США в апреле 2024 года. Они получены с помощью телескопа с фильтром, ослабляющим исходный световой поток в 100 тысяч раз!



Условие:

Какое небесное тело было затмеваемым, а какое — затмевающим?

Ответ:

Затмеваемое тело	Солнце
Затмевающее тело	Луна

За каждую верную пару — 2 балла

Решение.

Поскольку в процессе съёмки использовался фильтр, ослабляющий исходный световой поток в 100 тысяч раз, одно из тел, участвующих в затмении, обладало исключительной яркостью. Очевидно, этим телом было Солнце — самый яркий объект земного небосвода. Из рисунка видно, что Солнце было затмеваемым телом. А затмевающее тело имело угловые размеры, сопоставимые с угловыми размерами Солнца. На земном небосводе таким телом является лишь Луна. Значит, Луна — затмевающее тело.

Условие:

Какой тип затмения наблюдали авторы фотографии?

Ответ:

- ☐ Лунное
- ☒ Солнечное
- ☐ Невозможно однозначно определить

Точное совпадение ответа — 2 балла

Решение.

Поскольку затмеваемым телом было Солнце, а затмевающим — Луна, авторы фотографии наблюдали солнечное затмение.

Условие:

Какой вид затмения наблюдали авторы фотографии?

Ответ:

- ☐ Частное
- ☒ Полное
- ☐ Кольцеобразное
- ☐ Полутеневое
- ☐ Невозможно однозначно определить

Точное совпадение ответа — 2 балла

Решение.

Вид затмения определяется его наибольшей фазой. В частности, на кадре №8 диск Луны полностью закрыл диск Солнца, видно лишь свечение солнечной короны, значит, это было полное солнечное затмение.

Условие:

Какое изображение позволяет лучше всего рассмотреть верхние слои атмосферы одного из тел?

Ответ:

- ☐ 1
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ 4
- ☐ 5
- ☐ 6
- ☐ 7
- ☒ 8
- ☐ 9
- ☐ 10
- ☐ 11
- ☐ 12

- 13
- 14
- 15

Точное совпадение ответа — 2 балла

Решение.

Кадр №8 позволяет лучше всего рассмотреть верхние слои (преимущественно корону) атмосферы Солнца.

Условие:

Определите средний промежуток времени, через который выполнялась съёмка затмения, если первый кадр был сделан в 12:39 по местному времени, а последний — в 15:55. Ответ выразите в минутах, округлите до целых.

Ответ: 14

Точное совпадение ответа — 4 балла

Максимальный балл за задание — 15

Решение.

Если первый кадр был сделан в 12:39 по местному времени, а последний — в 15:55, то общая продолжительность фотосъёмки была равна

$$\Delta t = 15^{\text{ч}} 55^{\text{м}} - 12^{\text{ч}} 39^{\text{м}} = 196^{\text{м}}.$$

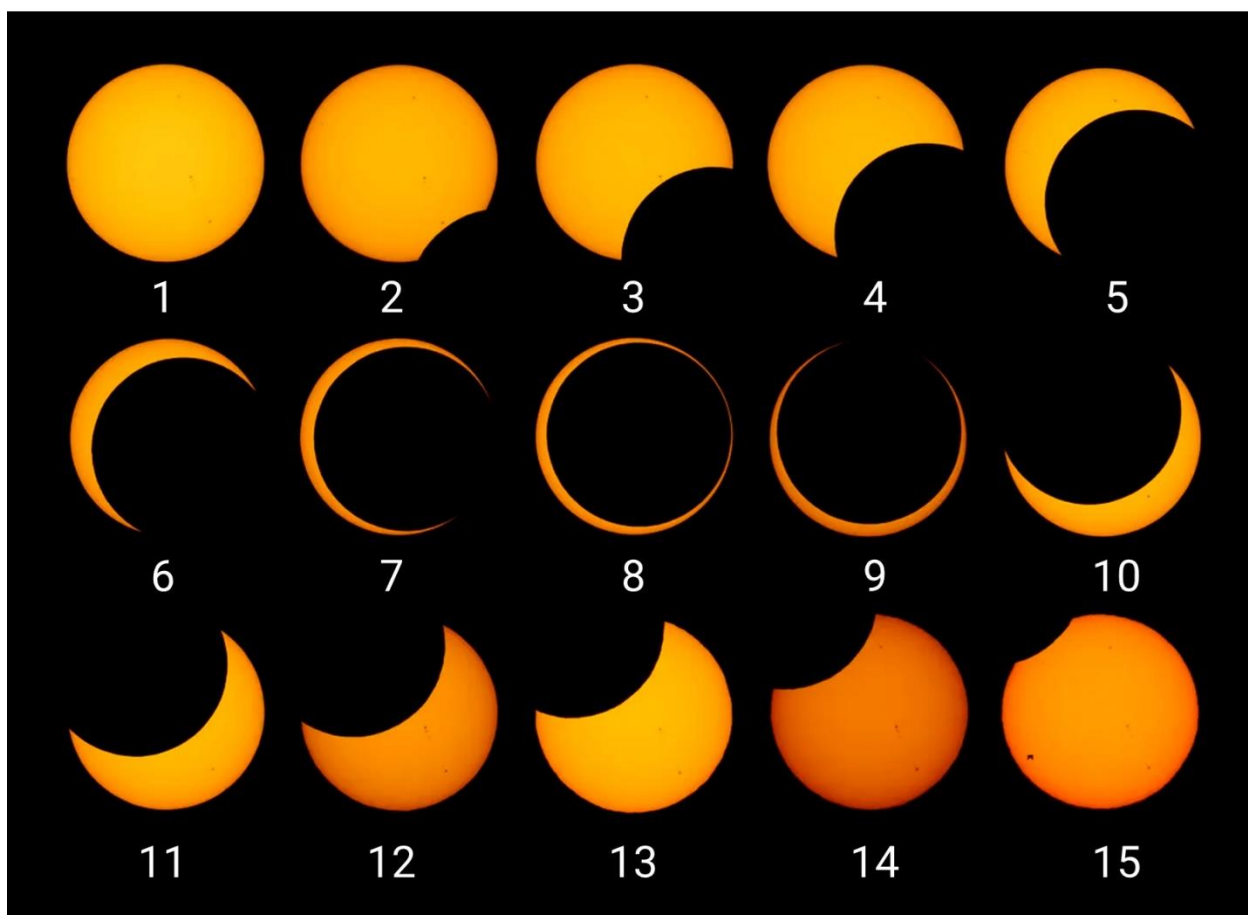
Очевидно, между $N = 15$ кадрами было $N - 1 = 14$ временных интервалов. Тогда средний промежуток времени, через который выполнялась съёмка затмения, равен

$$\bar{\tau} = \Delta t \div (N - 1) = 14 \text{ мин.}$$

Задание № 4.2

Общее условие:

Дана серия фотографий затмения, наблюдавшегося с территории США в октябре 2023 года. Они получены с помощью телескопа с фильтром, ослабляющим исходный световой поток в 100 тысяч раз!



Условие:

Какое небесное тело было затмеваемым, а какое — затмевающим?

Ответ:

Затмеваемое тело	Солнце
Затмевающее тело	Луна

За каждую верную пару — 2 балла

Условие:

Какой тип затмения наблюдали авторы фотографии?

Ответ:

- ☐ Лунное
- ☒ Солнечное
- ☐ Невозможно однозначно определить

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

Какой вид затмения наблюдали авторы фотографии?

Ответ:

- ☐ Частное
- ☐ Полное
- ☒ Кольцеобразное
- ☐ Полутеневое
- ☐ Невозможно однозначно определить

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

Кадр с каким номером отвечает моменту, в который количество света, пришедшее от затмеваемого тела за единицу времени, было минимальным?

Ответ:

- ☐ 1
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ 4
- ☐ 5

- ☐ 6
- ☐ 7
- ☒ 8
- ☐ 9
- ☐ 10
- ☐ 11
- ☐ 12
- ☐ 13
- ☐ 14
- ☐ 15

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

Определите средний промежуток времени, через который выполнялась съёмка затмения, если первый кадр был сделан в 12:04 по местному времени, а последний — в 14:38. Ответ выразите в минутах, округлите до целых.

Ответ: 11

Точное совпадение ответа — 4 балла

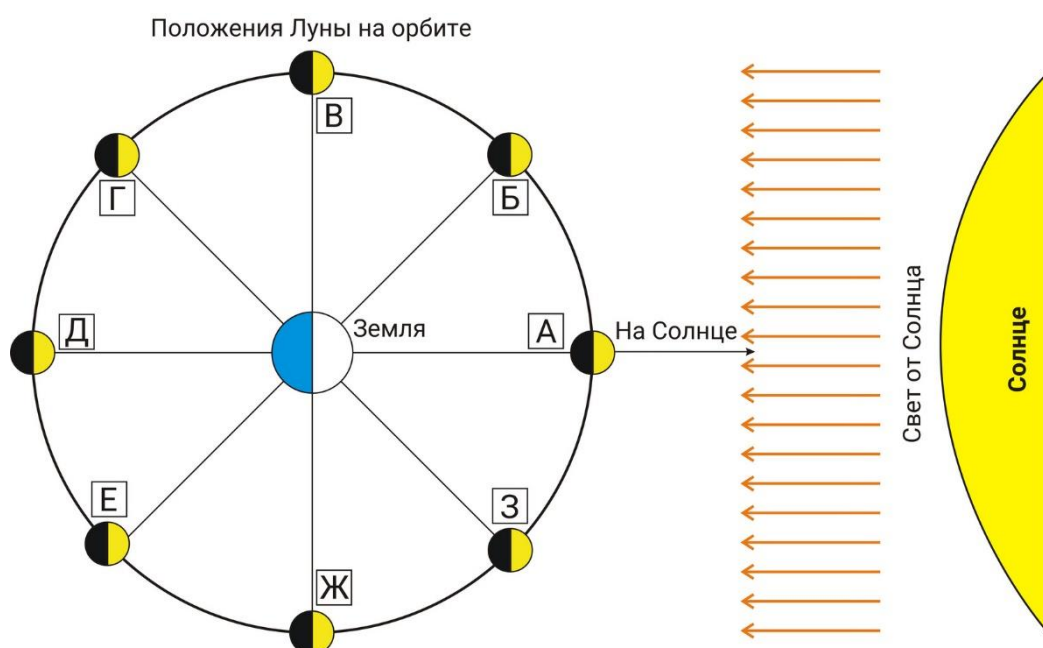
Максимальный балл за задание — 15

Решение по аналогии с заданием 4.1

Задание № 5.1

Общее условие:

На рисунке представлены Солнце, Земля и орбита Луны (без сохранения масштаба) с указанием некоторых характерных точек (обозначены заглавными буквами в квадратах) её положений. Также даны изображения Луны в этих положениях, наблюдаемые в течение одного синодического месяца жителем Северного полушария.



Условие:

Установите соответствие между положениями Луны на орбите и изображениями её фаз.

Ответ:

1	Б
2	Е
3	Ж
4	В
5	Д
6	З
7	А
8	Г

За каждую верную пару — 1 балл

Решение.

Положение А Луны на схеме отвечает фазе новолуния, соответствующей образу №7. В положении Б можем наблюдать серп молодой Луны, соответствующий изображению №1. В положении В Луна находится в первой четверти (№4); в положении Г мы видим растущую выпуклую луну (№8); в положении Д наблюдается полнолуние (№5); в положении Е мы наблюдаем убывающую выпуклую Луну (№2); в положении Ж Луна видна с Земли в последней четверти (№3). Наконец, в положении З Луна видна в виде старого убывающего месяца, которому соответствует образ №6. Таким образом, имеем следующие пары: (А, 7), (Б, 1), (В, 4), (Г, 8), (Д, 5), (Е, 2), (Ж, 3), (З, 6).

Условие:

Насколько изменяется расстояние от Луны до Солнца при перемещении Луны из точки А в точку В? Расстояние между Луной и Землёй (радиус круговой

орбиты Луны) считать равным 384000 км. Расстояние от Земли до Солнца не меняется. Ответ выразите в километрах, округлите до целых.

Ответ: засчитывается в диапазоне [382000; 386000]

Точное совпадение ответа — 4 балла

Максимальный балл за задание — 12

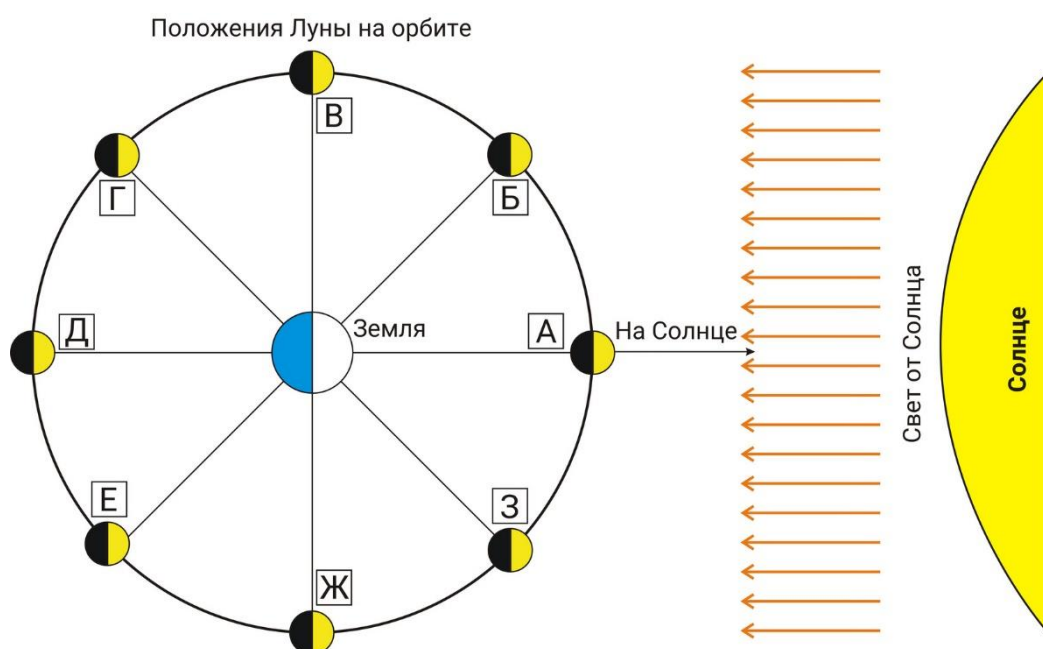
Решение.

При перемещении Луны из точки А в точку В расстояние от Луны до Солнца изменяется на радиус круговой орбиты Луны, т.е. 384000 км. В качестве итогового ответа принимается число из интервала [382000; 386000].

Задание № 5.2

Общее условие:

На рисунке представлены Солнце, Земля и орбита Луны (без сохранения масштаба) с указанием некоторых характерных точек (обозначены заглавными буквами в квадратах) её положений. Также даны изображения Луны в этих положениях, наблюдаемые в течение одного синодического месяца жителем Северного полушария.



Условие:

Установите соответствие между положениями Луны на орбите и изображениями её фаз.

Ответ:

1	Б
2	Е
3	Ж
4	В
5	Д
6	З
7	А
8	Г

За каждую верную пару — 1 балл

Условие:

Насколько изменяется расстояние от Луны до Солнца при перемещении Луны из точки Д в точку Ж? Расстояние между Луной и Землёй (радиус круговой орбиты Луны) считать равным 384000 км. Расстояние от Земли до Солнца не меняется. Ответ выразите в километрах, округлите до целых.

Ответ: засчитывается в диапазоне [382000; 386000]

Точное совпадение ответа — 4 балла

Максимальный балл за задание — 12

Решение по аналогии с заданием 5.1

Задание № 6.1

Условие:

Выберите правильное определение экзопланеты:

Ответ:

- Небесное несамосветящееся тело, имеющее форму, близкую к сферической, движущееся по круговой орбите вокруг Солнца и расположенное на периферии Солнечной системы
- Небесное самосветящееся тело, имеющее неправильную форму, движущееся в межзвёздном пространстве; на его поверхности периодически происходят взрывы
- Небесное самосветящееся тело, являющееся разновидностью нормальной звезды, движущееся в нашей Галактике с экстремально большой скоростью относительно её центра; в будущем оно обязательно покинет её пределы
- ✓ Небесное несамосветящееся тело, имеющее форму, близкую к сферической, движущееся по эллиптической орбите вокруг звезды и расположенное за пределами Солнечной системы

Точное совпадение ответа — 3 балла

Решение.

Под экзопланетой традиционно понимают небесное несамосветящееся тело, имеющее форму, близкую к сферической, движущееся по эллиптической орбите вокруг звезды и расположенное за пределами Солнечной системы.

Условие:

Даны изображения Земли и экзопланеты K2-18b с сохранением масштаба.



Используя лишь линейку и данный рисунок, определите диаметр экзопланеты, если радиус Земли равен 6371 км. Ответ выразите в километрах, округлите до целых.

Ответ: засчитывается в диапазоне [33800; 35800]

Точное совпадение ответа — 4 балла

Максимальный балл за задание — 7

Решение.

По рисунку с помощью линейки измеряем диаметры Земли ($D_{\oplus} = 52$ мм) и данной экзопланеты ($D_p = 142$ мм). Далее составляем пропорцию вида:

$$\left\{ \begin{array}{l} D_{\oplus} \rightarrow 2R_{\oplus} \\ D_p \rightarrow 2R_p \end{array} \right\} \Rightarrow D_p = 2R_p = 2R_{\oplus} \left(\frac{D_p}{D_{\oplus}} \right) = 34800 \text{ км.}$$

В качестве итогового ответа принимается число из интервала [33800; 35800].

Задание № 6.2

Условие:

Выберите правильное определение экзопланеты:

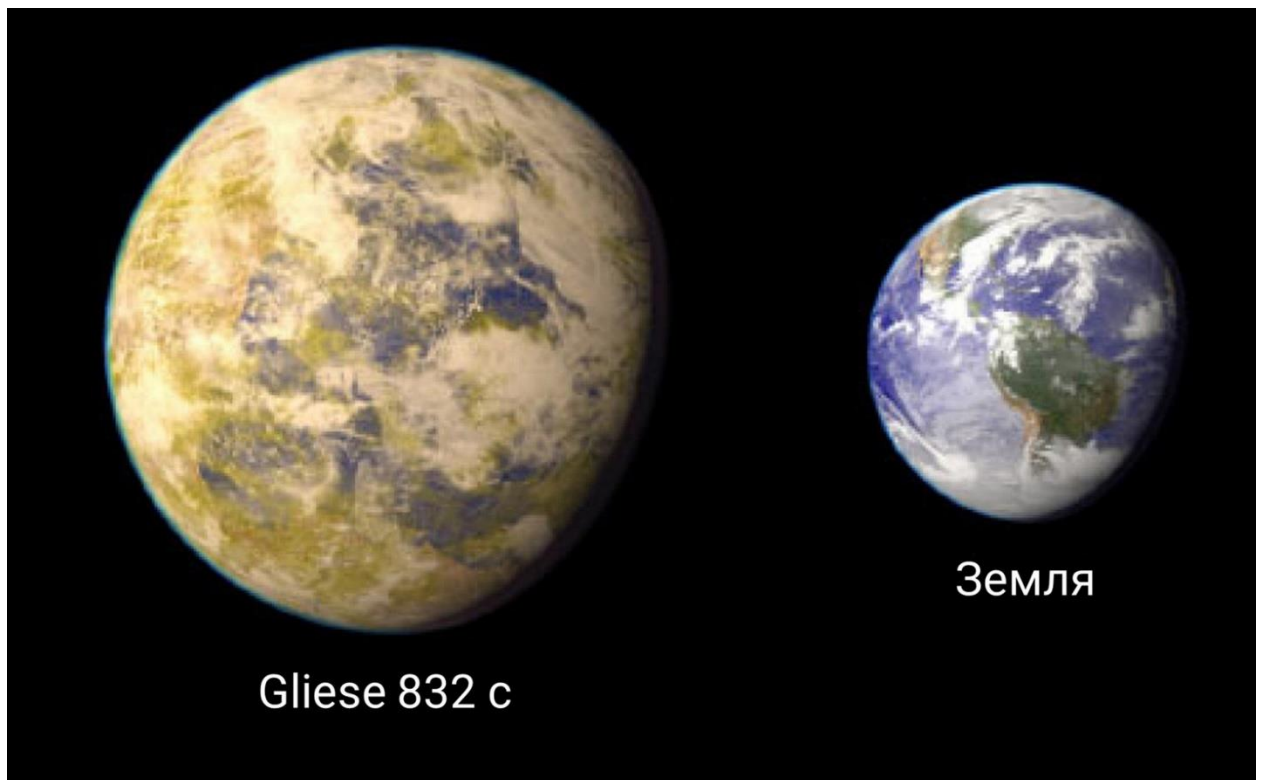
Ответ:

- Небесное самосветящееся тело, имеющее неправильную форму, движущееся в межзвёздном пространстве; на его поверхности периодически происходят взрывы
- Небесное несамосветящееся тело, имеющее форму, близкую к сферической, движущееся по круговой орбите вокруг Солнца и расположенное на периферии Солнечной системы
- ✓ Небесное несамосветящееся тело, имеющее форму, близкую к сферической, движущееся по эллиптической орбите вокруг звезды и расположенное за пределами Солнечной системы
- Небесное самосветящееся тело, являющееся разновидностью нормальной звезды, движущееся в нашей Галактике с экстремально большой скоростью относительно её центра; в будущем оно обязательно покинет её пределы

Точное совпадение ответа — 3 балла

Условие:

Даны изображения Земли и экзопланеты Gliese 832 c с сохранением масштаба.



Используя лишь линейку и данный рисунок, определите диаметр экзопланеты, если радиус Земли равен 6371 км. Ответ выразите в километрах, округлите до целых.

Ответ: засчитывается в диапазоне [21000; 23000]

Точное совпадение ответа — 4 балла

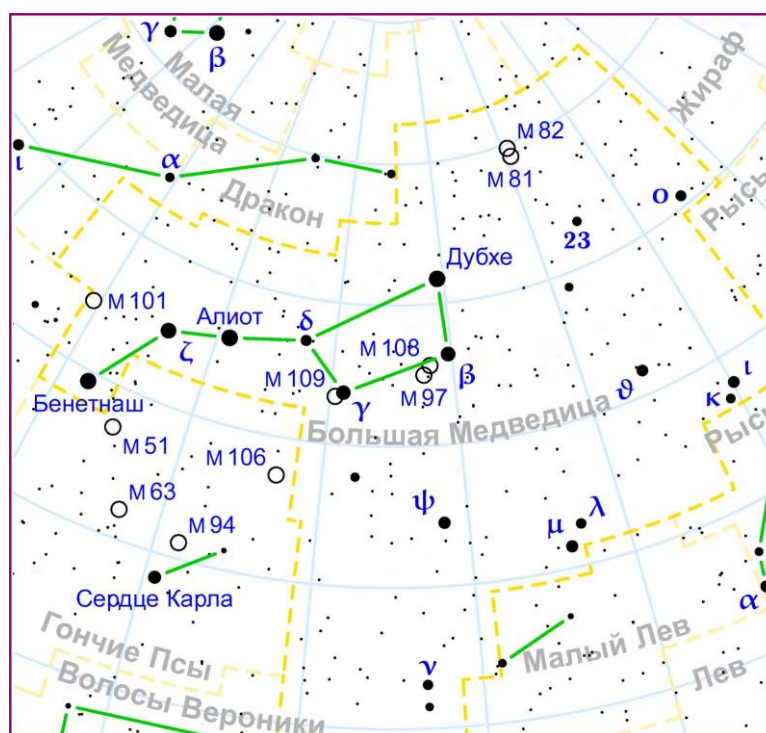
Максимальный балл за задание — 7

Решение по аналогии с заданием 6.1

Задание № 7.1

Общее условие:

Размеры созвездий принято характеризовать телесным углом (или угловой площадью, аналогом линейной площади). Так, созвездие Большой Медведицы является третьим по угловой площади созвездием небосвода, его величина составляет 1280 квадратных градусов. При этом оно содержит 125 звёзд, видимых невооружённым глазом.



Условие:

Определите среднюю поверхностную концентрацию звёзд, видимых невооружённым глазом в этом созвездии. Ответ выразите в количестве звёзд на квадратный градус, округлите до тысячных.

Примечание. Средней поверхностной концентрацией звёзд называется отношение количества звёзд к телесному углу участка небосвода, который они занимают.

Ответ: засчитывается в диапазоне [0.093; 0.103]

Точное совпадение ответа — 4 балла

Решение.

Согласно определению, среднюю поверхностную концентрацию звёзд можно определить по формуле:

$$n_S = \frac{N_S}{\Omega} = \frac{125 \text{ звёзд}}{1280 \text{ кв. град}} = 0.098 \text{ звёзд/кв. град}, \quad (1)$$

здесь $N_S = 125$ — количество звёзд, видимых невооружённым глазом в данном созвездии; $\Omega = 1280$ кв. град. — телесный угол (угловая площадь), соответствующий данному созвездию. В качестве ответа на первый вопрос задачи принимается значение из интервала [0.093; 0.103].

Условие:

Сколько (в среднем) таких звёзд поместится в одном кадре фотоаппарата, если его поле зрения равно 250 квадратным градусам?

Ответ: засчитывается в диапазоне [23; 26]

Точное совпадение ответа — 5 баллов

Максимальный балл за задание — 9

Решение.

Среднее количество звёзд, видимых невооружённым глазом, которые смогут поместиться в одном кадре фотоаппарата при условии, что его поле зрения — $\Omega_{\text{об}} = 250$ квадратных градусов, можно записать так

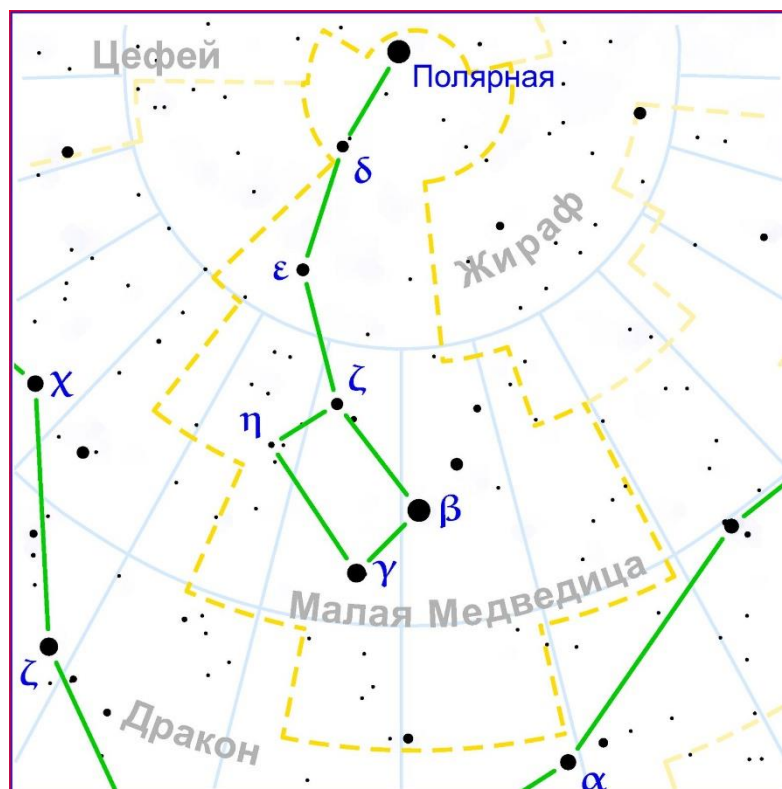
$$N_S^{\text{об}} = [n_S \cdot \Omega_{\text{об}}] = 24 \text{ звезды}, \quad (2)$$

здесь квадратными скобками указана операция взятия целой части. В качестве ответа на второй вопрос задачи принимается значение из интервала [23; 26]

Задание № 7.2

Общее условие:

Размеры созвездий принято характеризовать телесным углом (или угловой площадью, аналогом линейной площади). Так, созвездие Малой Медведицы является 56-м по угловой площади созвездием небосвода, его величина составляет 256 квадратных градусов. При этом оно содержит 25 звёзд, видимых невооружённым глазом.



Условие:

Определите среднюю поверхностную концентрацию звёзд, видимых невооружённым глазом, в этом созвездии. Ответ выразите в количестве звёзд на квадратный градус, округлите до тысячных.

Примечание. Средней поверхностной концентрацией звёзд называется отношение количества звёзд к телесному углу участка небосвода, который они занимают.

Ответ: засчитывается в диапазоне [0.093; 0.103]

Точное совпадение ответа — 4 балла

Условие:

Сколько (в среднем) таких звёзд поместится в одном кадре фотоаппарата, если его поле зрения равно 150 квадратным градусам?

Ответ: засчитывается в диапазоне [13; 15]

Точное совпадение ответа — 5 баллов

Максимальный балл за задание — 9

Решение по аналогии с заданием 7.1

Задание № 8.1

Условие:

Все небесные тела совершают свои суточные движения по окружностям (суточным параллелям) вокруг полюса мира, в том числе и Полярная звезда. Угловой радиус её суточной параллели равен $44'$.



Определите длину дуги окружности, которую Полярная звезда описывает, совершая один полный оборот вокруг полюса мира. Ответ выразите в угловых минутах, округлите до целых.

Примечание: вам может оказаться полезной формула для длины окружности L :

$$L = 2\pi R, \text{ где } R \text{ — радиус окружности; } \pi = 3.14.$$

Ответ: засчитывается в диапазоне [270; 280]

Точное совпадение ответа — 5 баллов

Решение.

С использованием формулы выполним расчёт длины суточной параллели. В итоге получаем $L = 276'$. В качестве ответа на первый вопрос задачи принимается значение из интервала $[270; 280]$.

Условие:

За какое время эта звезда совершает один полный оборот? Ответ выразите в часах, округлите до целых.

Ответ: 24

Точное совпадение ответа — 3 балла

Максимальный балл за задание — 8

Решение.

Один полный оборот звезда совершает за 1 звёздные сутки, продолжительность которых составляет приблизительно 24 часа.

Задание № 8.2

Условие:

Все небесные тела совершают свои суточные движения по окружностям (суточным параллелям) вокруг полюса мира, в том числе и Йильдун — одна из относительно ярких и близких к полюсу звёзд созвездия Малая Медведица. Угловой радиус её суточной параллели равен $205'$.



Определите длину дуги окружности, которую Йильдун описывает, совершая один полный оборот вокруг полюса мира. Ответ выразите в угловых минутах, округлите до целых.

Примечание: вам может оказаться полезной формула для длины окружности L :

$$L = 2\pi R, \text{ где } R \text{ — радиус окружности; } \pi = 3.14.$$

Ответ: засчитывается в диапазоне [1283; 1293]

Точное совпадение ответа — 5 баллов

Условие:

За какое время эта звезда совершает один полный оборот? Ответ выразите в часах, округлите до целых.

Ответ: 24

Точное совпадение ответа — 3 балла

Максимальный балл за задание — 8

Решение по аналогии с заданием 8.1

**Разбор заданий школьного этапа ВсОШ по астрономии
для 8 класса**

2024/25 учебный год

Максимальное количество баллов — 100

Задание № 1.1

Условие:

Выберите все правильные утверждения:

Ответ:

- ☐ На всём небосводе Земли сегодня выделяют 176 созвездий
- ☒ Земля является самой массивной планетой земной группы
- ☐ Галактика Млечный Путь превосходит галактику Андромеды по массе и размерам
- ☒ Поверхность Земли условно поделена на 24 географических часовых пояса
- ☐ У Луны имеется плотная атмосфера из кислорода и азота
- ☒ В настоящее время наша Вселенная расширяется с ускорением

За каждый верный ответ — 2 балла

За каждую ошибку снимается 2 балла

Максимальный балл за задание — 6

Решение.

1. Утверждение 1 является ложным, поскольку на всём небосводе сегодня выделяют 88 созвездий.
2. Утверждение 2 является истинным. Действительно, среди планет земной группы Земля обладает самой большой массой.

3. Утверждение 3 является ложным. В действительности Галактика Андромеды превосходит Млечный Путь по массе и по размерам.
4. Утверждение 4 является истинным, поскольку поверхность Земли ещё в XIX веке была условно поделена на 24 географических часовых пояса.
5. Утверждение 5 является ложным, поскольку у Луны нет атмосферы.
6. Утверждение 6 является истинным. Согласно современным данным, наша Вселенная действительно расширяется с ускорением.

Задание № 1.2

Условие:

Выберите все правильные утверждения:

Ответ:

- ☐ На всём небосводе Земли можно наблюдать невооружённым глазом 60000 звёзд
- ☒ Юпитер является самой массивной планетой-гигантом в Солнечной системе
- ☐ Галактика Треугольника превосходит нашу Галактику (Млечный Путь) по массе и размерам
- ☒ Луна — ближайший к Солнцу спутник классической планеты
- ☐ Средняя температура поверхности Марса выше средней температуры поверхности Земли
- ☒ Все далёкие галактики и квазары удаляются от Солнца и Земли

За каждый верный ответ — 2 балла

За каждую ошибку снимается 2 балла

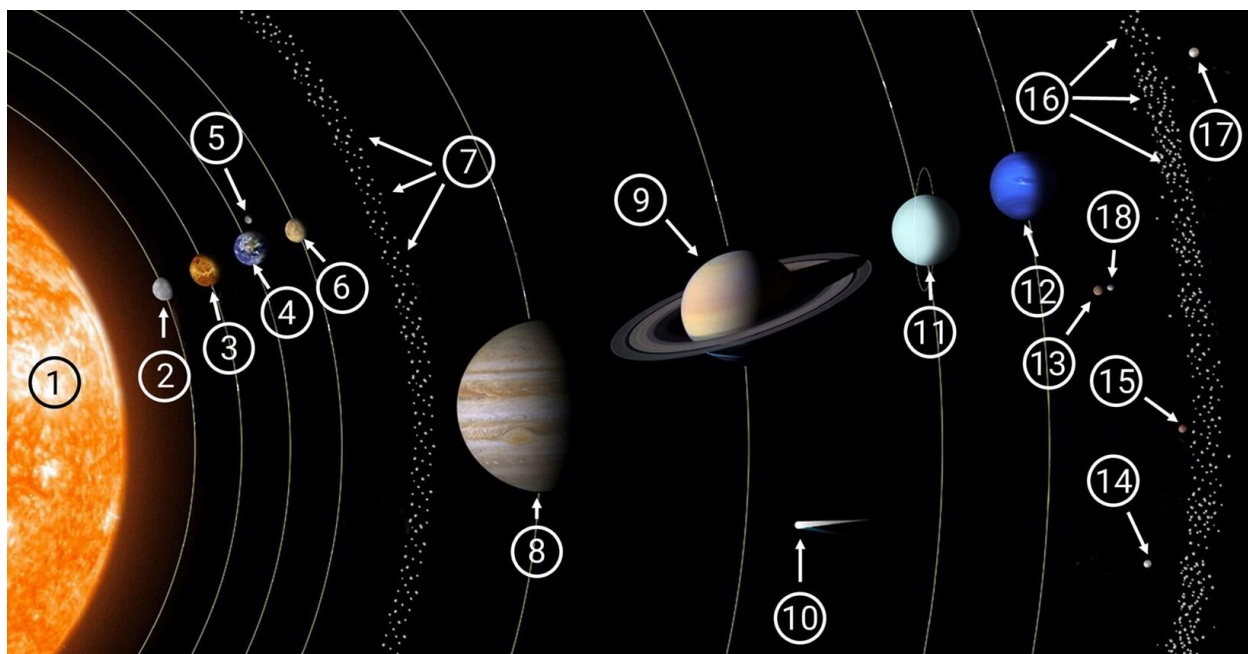
Максимальный балл за задание — 6

Решение по аналогии с заданием 1.1

Задание № 2.1

Общее условие:

Дана упрощённая схема Солнечной системы (не в масштабе) с указанием нумерации её основных тел.



Условие:

Установите соответствие между названиями представленных тел или систем тел и их обозначениями на рисунке.

Ответ:

Комета	10
Марс	6
Плутон	13
Юпитер	8
Нептун	12
Луна	5
Солнце	1

Главный пояс астероидов	7
-------------------------	---

За каждую верную пару — 1 балл

Решение.

Зная структуру Солнечной системы и внешний вид малых тел, легко установить соответствие между номером объекта на рисунке и его названием в перечне вариантов.

Условие:

Какое небесное тело обладает самой высокой температурой поверхности?

Ответ:

- ☒ 1
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ 4
- ☐ 5
- ☐ 6
- ☐ 7
- ☐ 8
- ☐ 9
- ☐ 10
- ☐ 11
- ☐ 12
- ☐ 13
- ☐ 14
- ☐ 15
- ☐ 16
- ☐ 17
- ☐ 18

Точное совпадение ответа — 2 балла

Решение.

Среди представленных тел самой высокой температурой обладает Солнце (1), поскольку это звезда, обладающая самым мощным источником энергии в Солнечной системе. Именно поэтому основное агрегатное состояние солнечного вещества — плазма.

Условие:

Какие классические планеты **НЕ** имеют собственных спутников?

Ответ:

- ☐ 1
- ☒ 2
- ☒ 3
- ☐ 4
- ☐ 5
- ☐ 6
- ☐ 7
- ☐ 8
- ☐ 9
- ☐ 10
- ☐ 11
- ☐ 12
- ☐ 13
- ☐ 14
- ☐ 15
- ☐ 16
- ☐ 17
- ☐ 18

За каждый верный ответ — 2 балла

За каждую ошибку снимается 2 балла

Максимальный балл за задание — 14

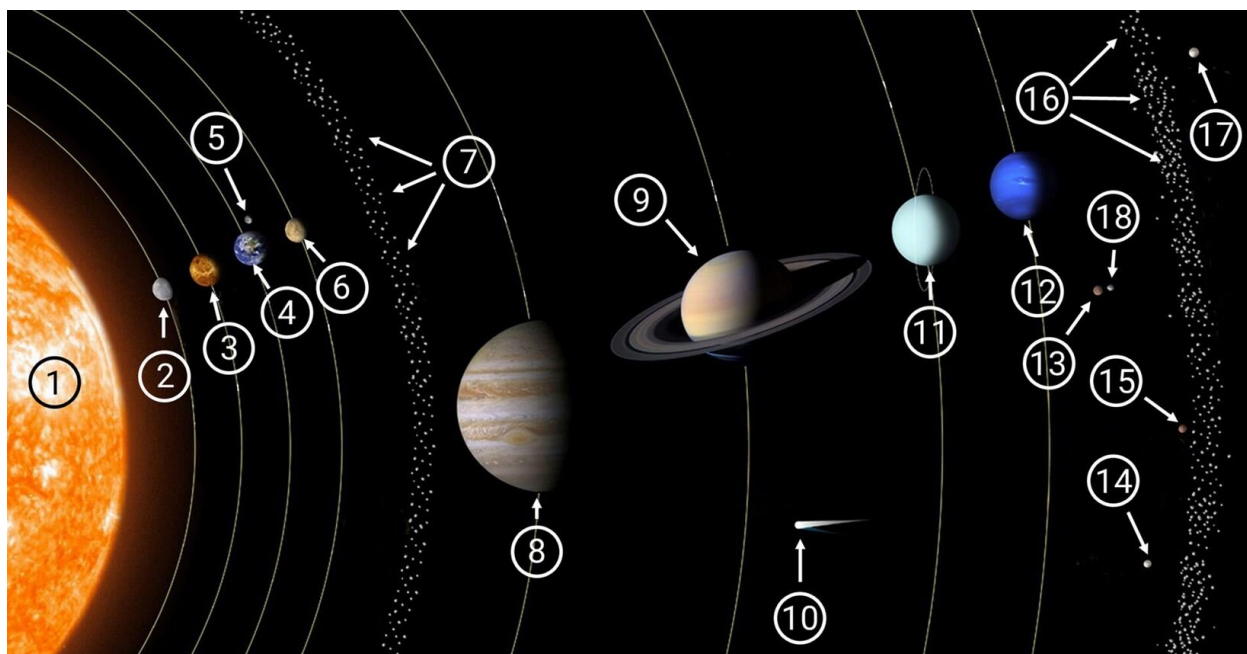
Решение.

Среди представленных классических планет не имеют собственных спутников Меркурий (2) и Венера (3).

Задание № 2.2

Общее условие:

Дана упрощённая схема Солнечной системы (не в масштабе) с указанием нумерации её основных тел.



Условие:

Установите соответствие между названиями представленных тел или систем тел и их обозначениями на рисунке.

Ответ:

Уран	11
Венера	3
Плутон	13
Сатурн	9
Земля	4
Пояс Койпера	16
Солнце	1

Комета	10
--------	----

За каждую верную пару — 1 балл

Условие:

Какая классическая планета Солнечной системы обладает самой высокой температурой поверхности?

Ответ:

- ☐ 1
- ☐ 2
- ☒ 3
- ☐ 4
- ☐ 5
- ☐ 6
- ☐ 7
- ☐ 8
- ☐ 9
- ☐ 10
- ☐ 11
- ☐ 12
- ☐ 13
- ☐ 14
- ☐ 15
- ☐ 16
- ☐ 17
- ☐ 18

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

Какие классические планеты традиционно называют «ледяными гигантами»?

Ответ:

- ☐ 1
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ 4
- ☐ 5
- ☐ 6
- ☐ 7
- ☐ 8
- ☐ 9
- ☐ 10
- ☒ 11
- ☒ 12
- ☐ 13
- ☐ 14
- ☐ 15
- ☐ 16
- ☐ 17
- ☐ 18

За каждый верный ответ — 2 балла

За каждую ошибку снимается 2 балла

Максимальный балл за задание — 14

Решение по аналогии с заданием 2.1

Задание № 3.1

Общее условие:

Даны фотографии ярчайших представителей двух типов звёздных скоплений, наблюдаемых в нашей Галактике.



А

Б

Условие:

Установите соответствие между изображениями звёздных скоплений и их типами.

Ответ:

Скопление А	Рассеянное скопление
Скопление Б	Шаровое скопление

За каждую верную пару — 2 балла

Решение.

Очевидно, скопление А является рассеянным, поскольку звёзды распределены по полю хаотично, нет явно выраженного центра скопления. Скопление Б является шаровым, поскольку его форма близка к форме шара, имеет чётко просматривающийся центр, концентрация звёзд растёт от периферии скопления к его центру. Отметим, что скопления промежуточного класса характеризуются существенно большими размерами и массами, чем шаровые,

имеют более протяжённое звёздное гало и, как правило, большее сжатие. Концентрация звёзд и средняя массовая плотность вещества здесь существенно ниже, чем в шаровых скоплениях. На данных фотографиях такие объекты не представлены.

Условие:

Установите соответствие между изображениями и количеством звёзд, характерным для звёздных скоплений данного типа.

Ответ:

Скопление А	$11 \div 3000$ звёзд
Скопление Б	$10^4 \div 10^6$ звёзд

За каждую верную пару — 2 балла

Решение.

Рассеянные звёздные скопления содержат от десятков до нескольких тысяч звёзд (как правило, не более 3000). Шаровые звёздные скопления содержат от десятков тысяч до миллионов звёзд.

Условие:

Какое звёздное скопление относится к типу, представители которого, как правило, характеризуются бóльшим временем жизни?

Ответ:

- ☐ Скопление А
- ☒ Скопление Б
- ☐ Невозможно определить их возраст, люди на Земле живут гораздо меньше, поэтому нет данных по возрасту скоплений

Точное совпадение ответа — 2 балла

Максимальный балл за задание — 14

Решение.

Более долгоживущими звёздными скоплениями являются *шаровые* (Б), поскольку они содержат большее количество звёзд, что обеспечивает их большую взаимную связь гравитацией. Также они расположены на периферии галактик, где меньше других тел, способных их разрушить. Их возраст измеряется миллиардами лет. В отличие от последних, рассеянные скопления находятся в диске Галактики, где её гравитационное влияние в целом может быть значительным и способным поэтапно разрушать скопления данного типа. Поэтому время жизни большинства наблюдаемых рассеянных звёздных скоплений не превосходит 1.0 млрд лет.

Задание № 3.2

Общее условие:

Даны фотографии ярчайших представителей двух типов звёздных скоплений, наблюдаемых в нашей Галактике.



А

Б

Условие:

Установите соответствие между изображениями звёздных скоплений и их типами.

Ответ:

Скопление А	Рассеянное скопление
Скопление Б	Шаровое скопление

За каждую верную пару — 2 балла

Условие:

Установите соответствие между изображениями и характерными для скоплений данного типа массами, выраженными в массах Солнца ($M_{\odot}$).

Ответ:

Скопление А	$(10^1 \div 10^3) \cdot M_{\odot}$
Скопление Б	$(10^3 \div 10^5) \cdot M_{\odot}$

За каждую верную пару — 2 балла

Условие:

Какое звёздное скопление относится к типу, представители которого традиционно состоят из старых оранжевых и красных звёзд?

Ответ:

- ☐ Скопление А
- ☒ Скопление Б
- ☐ Невозможно определить, их состав периодически изменяется

Точное совпадение ответа — 2 балла

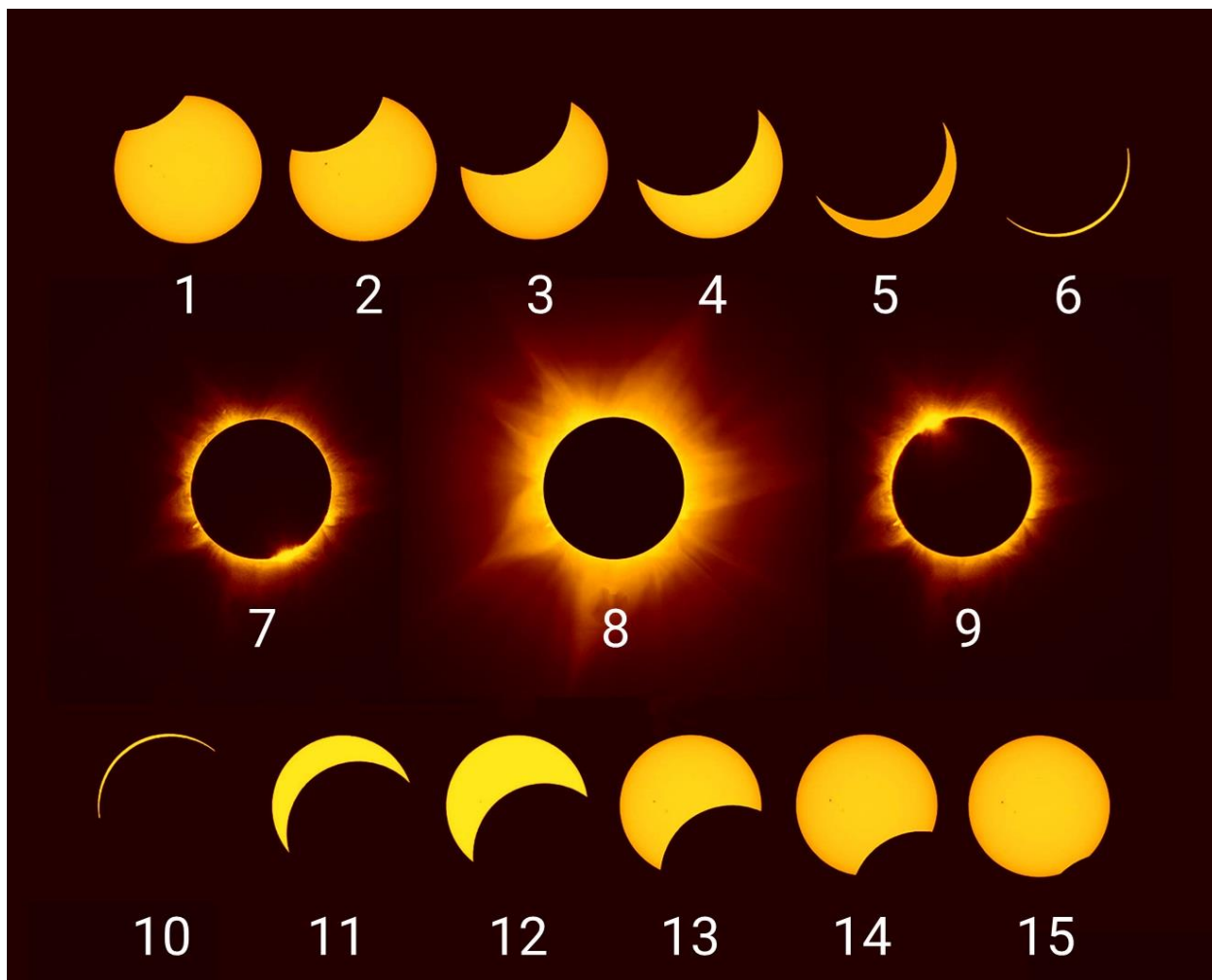
Максимальный балл за задание — 14

Решение по аналогии с заданием 3.1

Задание № 4.1

Общее условие:

Дана серия фотографий затмения, наблюдавшегося с территории США (северное полушарие) 8 апреля 2024 года. Фотографии получены с помощью телескопа с фильтром.



Условие:

Какой вид затмения наблюдали авторы фотографии?

Ответ:

- ☐ Частное
- ☒ Полное

- Кольцеобразное
- Полутенное
- Невозможно однозначно определить

Точное совпадение ответа — 2 балла

Решение.

Вид затмения определяется его наибольшей фазой. В частности, на кадре №8 диск Луны полностью закрыл диск Солнца, значит, это было полное солнечное затмение.

Условие:

Предположим, что 8 апреля 2024 года максимальная фаза солнечного затмения, наблюдавшаяся с поверхности Земли, определялась кадром 12. В какие ближайшие даты (предшествующие или последующие) в принципе могло произойти солнечное затмение?

Ответ:

- ✓ 10 марта 2024 года
- 25 марта 2024 года
- 23 апреля 2024 года
- ✓ 8 мая 2024 года
- 2 октября 2024 года
- 29 марта 2025 года

Точное совпадение ответа — 2 балла

Решение.

Если предполагать, что 8 апреля 2024 года максимальная фаза солнечного затмения, наблюдавшаяся с поверхности Земли, определялась кадром 12, значит, оно было частным. Ближайшее солнечное затмение могло быть также

только частным и произойти либо за синодический месяц Луны до, либо синодический месяц спустя после указанного солнечного затмения.

Синодический месяц Луны равен 29.53 суток. Значит, ближайшими такими датами являются 10 марта и 8 мая 2024 года.

Условие:

Какое небесное тело обладает большей скоростью видимого перемещения по небосводу (относительно звёзд), в результате чего оно настигло второе тело?

Ответ:

- ☐ Солнце
- ☒ Луна
- ☐ Невозможно однозначно определить

Точное совпадение ответа — 2 балла

Решение.

Собственное движение небесного тела по небосводу относительно звёзд обратно пропорционально периоду обращения данного тела. Луна совершает по небосводу один полный оборот за 27.32 суток, а Солнце — за 365.26 суток. Следовательно, собственное движение Луны больше солнечного, значит, Луна догоняет Солнце во время затмения.

Условие:

Определите средний промежуток времени, через который выполнялась съёмка затмения, если первый кадр был сделан в 11:39 по местному времени, а последний — в 14:55. Ответ выразите в минутах, округлите до целых.

Ответ: 14

Точное совпадение ответа — 4 балла

Максимальный балл за задание — 12

Решение.

Если первый кадр был сделан в 11:39 по местному времени, а последний — в 14:55, то общая продолжительность фотосъёмки была равна

$$\Delta t = 14^{\text{ч}} 55^{\text{м}} - 11^{\text{ч}} 39^{\text{м}} = 196^{\text{м}}.$$

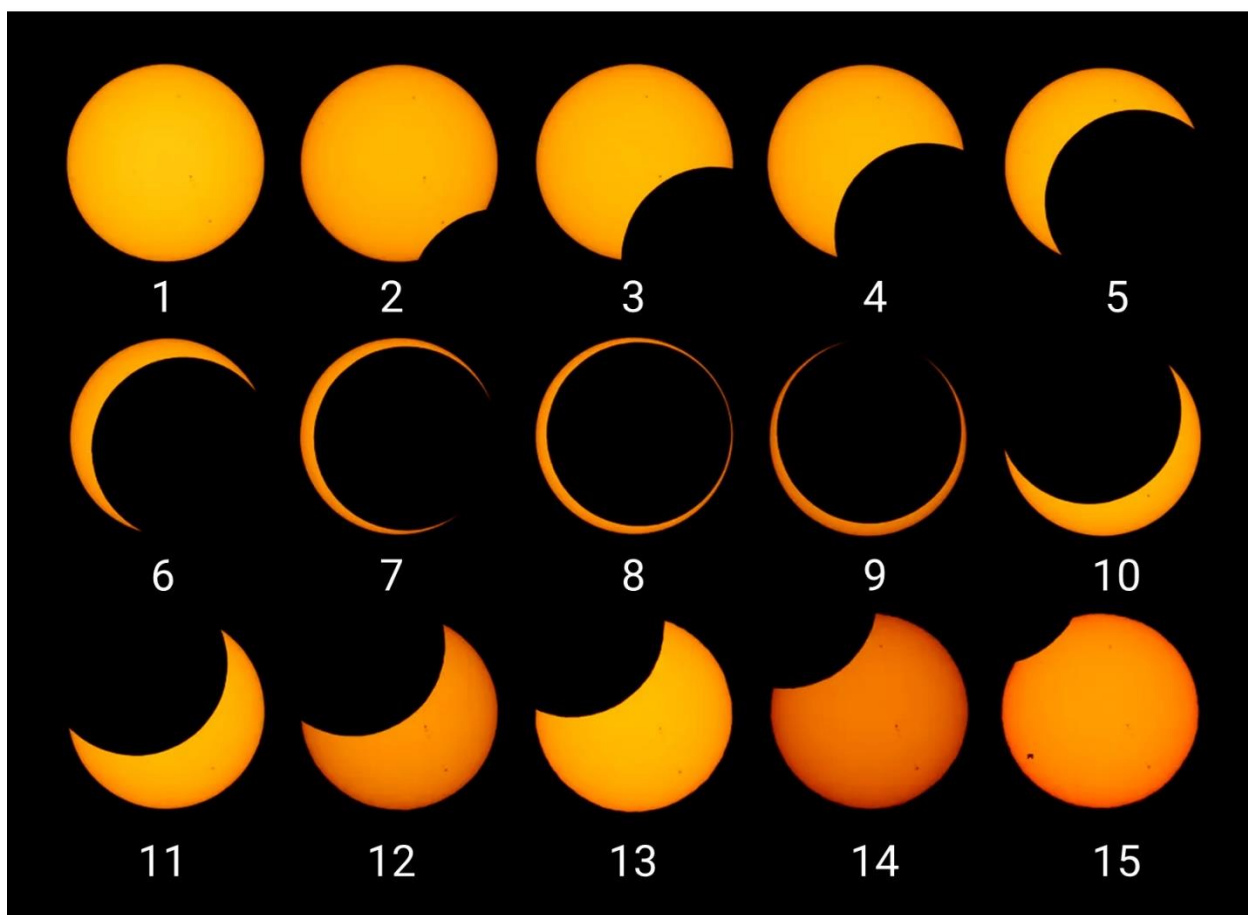
Между $N = 15$ кадрами было $N - 1 = 14$ временных интервалов. Тогда средний промежуток времени, через который выполнялась съёмка затмения, был равен

$$\bar{\tau} = \Delta t \div (N - 1) = 14 \text{ мин.}$$

Задание № 4.2

Общее условие:

Дана серия фотографий солнечного затмения, наблюдавшегося с территории США (Северное полушарие) 14 октября 2023 года. Они получены с помощью телескопа с фильтром.



Условие:

Какой вид затмения наблюдали авторы фотографии?

Ответ:

- ☐ Частное
- ☐ Полное
- ☒ Кольцеобразное

- Полутеновое
- Невозможно однозначно определить

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

Предположим, что 14 октября 2023 года максимальная фаза солнечного затмения, наблюдавшаяся с поверхности Земли, определялась кадром 12. В какие ближайшие даты (предшествующие или последующие) в принципе могло произойти солнечное затмение?

Ответ:

- 30 сентября 2023 года
- 29 октября 2023 года
- ✓ 13 ноября 2023 года
- ✓ 15 сентября 2023 года
- 2 октября 2024 года
- 8 апреля 2024 года

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

Какое небесное тело обладает большей скоростью видимого перемещения по небосводу (относительно звёзд), в результате чего оно настигло второе тело?

Ответ:

- Солнце
- ✓ Луна
- Невозможно однозначно определить

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

Определите средний промежуток времени, через который выполнялась съёмка затмения, если первый кадр был сделан в 11:04 по местному времени, а последний — в 13:38. Ответ выразите в минутах, округлите до целых.

Ответ: 11

Точное совпадение ответа — 4 балла

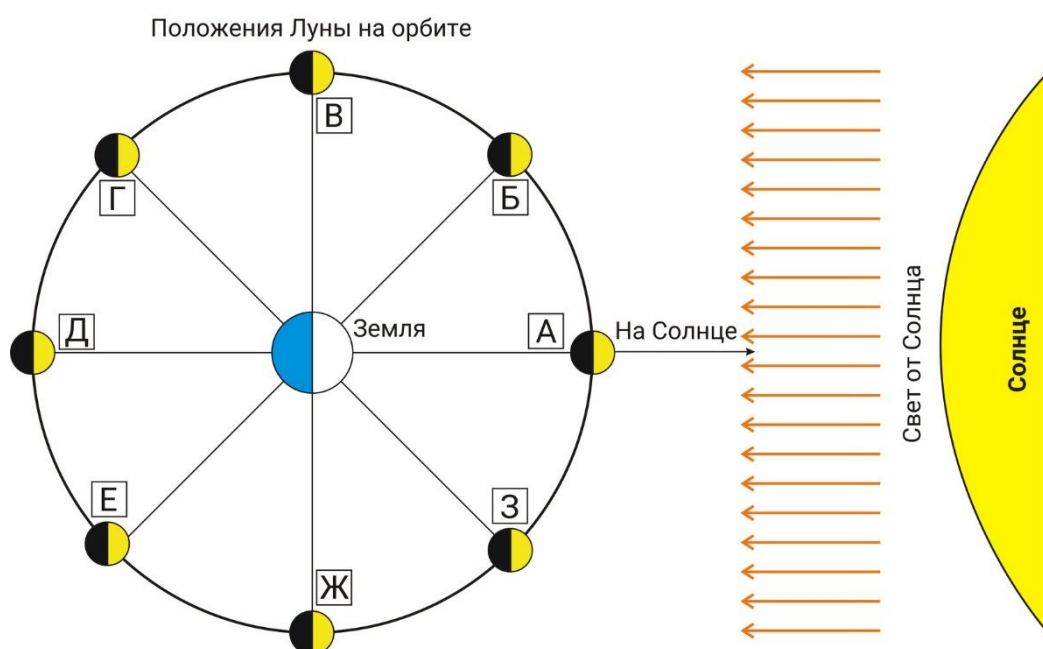
Максимальный балл за задание — 12

Решение по аналогии с заданием 4.1

Задание № 5.1

Общее условие:

На рисунке представлены Солнце, Земля и орбита Луны (без сохранения масштаба) с указанием некоторых характерных точек (обозначены заглавными буквами в квадратах) её положений. Также даны изображения Луны в этих положениях, наблюдаемые в течение одного синодического месяца жителем Северного полушария.



Условие:

Установите соответствие между положениями Луны на орбите и изображениями её фаз.

Ответ:

1	Б
2	Е
3	Ж
4	В
5	Д
6	З
7	А
8	Г

За каждую верную пару — 1 балл

Решение.

Положение А Луны на схеме отвечает фазе новолуния, соответствующей образу №7. В положении Б можем наблюдать серп молодой Луны, соответствующий изображению №1. В положении В Луна находится в первой четверти (№4); в положении Г мы видим растущую выпуклую луну (№8); в положении Д наблюдается полнолуние (№5); в положении Е мы наблюдаем убывающую выпуклую Луну (№2); в положении Ж Луна видна с Земли в последней четверти (№3). Наконец, в положении З Луна видна в виде старого убывающего месяца, которому соответствует образ №6.

Условие:

Насколько изменяется расстояние от Луны до Солнца при перемещении Луны из точки Б в точку Г? Радиус круговой орбиты Луны считайте равным 384000 км. Расстояние от Земли до Солнца не меняется и много больше

расстояния от Земли до Луны. Ответ выразите в тысячах километров, округлите до целых.

Ответ: засчитывается в диапазоне [538; 548]

Точное совпадение ответа — 4 балла

Максимальный балл за задание — 12

Решение.

При перемещении Луны из точки Б в точку Г расстояние от Луны до Солнца изменяется на длину отрезка БГ, поскольку данный отрезок параллелен световым лучам, приходящим от Солнца. Заметим, что все представленные точки орбиты Луны равноудалены друг от друга. Значит, угол между двумя лучами, проведёнными из центра Земли к двум соседним точкам орбиты, равен 45° . Тогда угол $\angle \text{Б-Земля-Г}$ равен 90° . Следовательно, отрезок БГ можно вычислить по теореме Пифагора:

$$\text{БГ} = \sqrt{a_{\text{с}}^2 + a_{\text{с}}^2} = \sqrt{2}a_{\text{с}} = 543 \text{ тыс. км,}$$

где $a_{\text{с}} = 384$ тыс. км. — радиус круговой орбиты Луны. В качестве итогового ответа принимается число из интервала [538; 548].

Условие:

Через какой промежуток времени Луна после пребывания в точке А окажется в точке Г? Синодический месяц Луны примите равным 29.5 суток. Ответ выразите в сутках, округлите до десятых.

Ответ: засчитывается в диапазоне [10.8; 11.4]

Точное совпадение ответа — 4 балла

Максимальный балл за задание — 16

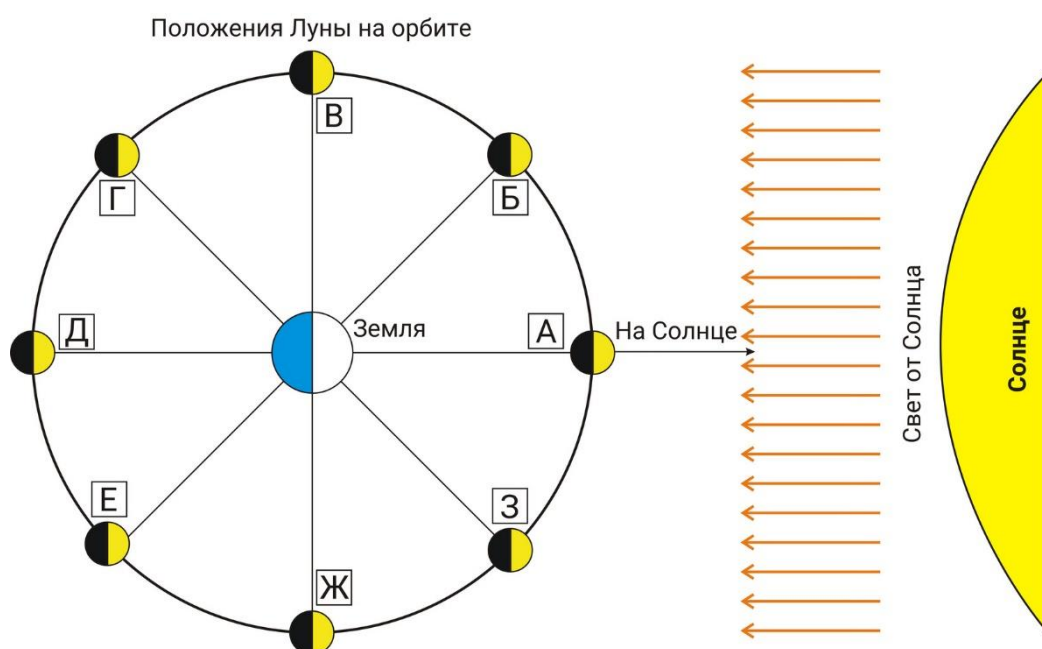
Решение.

Поскольку все точки орбиты Луны равноудалены друг от друга, а её движение по круговой орбите является равномерным и точки А и Г отстоят друг от друга на 3 сектора, следовательно, искомый промежуток времени равен $3/8 \cdot 29.5 = 11.1$ сут. В качестве итогового ответа принимается число из интервала $[10.8; 11.4]$.

Задание № 5.2

Общее условие:

На рисунке представлены Солнце, Земля и орбита Луны (без сохранения масштаба) с указанием некоторых характерных точек (обозначены заглавными буквами в квадратах) её положений. Также даны изображения Луны в этих положениях, наблюдаемые в течение одного синодического месяца жителем Северного полушария.



Условие:

Установите соответствие между положениями Луны на орбите и изображениями её фаз.

Ответ:

1	Б
2	Е
3	Ж
4	В
5	Д
6	З
7	А
8	Г

За каждую верную пару — 1 балл

Условие:

Насколько изменяется расстояние от Луны до Солнца при перемещении Луны из точки Е в точку З? Радиус круговой орбиты Луны считайте равным 384000 км. Расстояние от Земли до Солнца не меняется и много больше расстояния от Земли до Луны. Ответ выразите в тысячах километров, округлите до целых.

Ответ: засчитывается в диапазоне [538; 548]

Точное совпадение ответа — 4 балла

Максимальный балл за задание — 12

Условие:

Через какой промежуток времени Луна после пребывания в точке Д окажется в точке З? Синодический месяц Луны примите равным 29.5 суток. Ответ выразите в сутках, округлите до десятых.

Ответ: засчитывается в диапазоне [10.8; 11.4]

Точное совпадение ответа — 4 балла

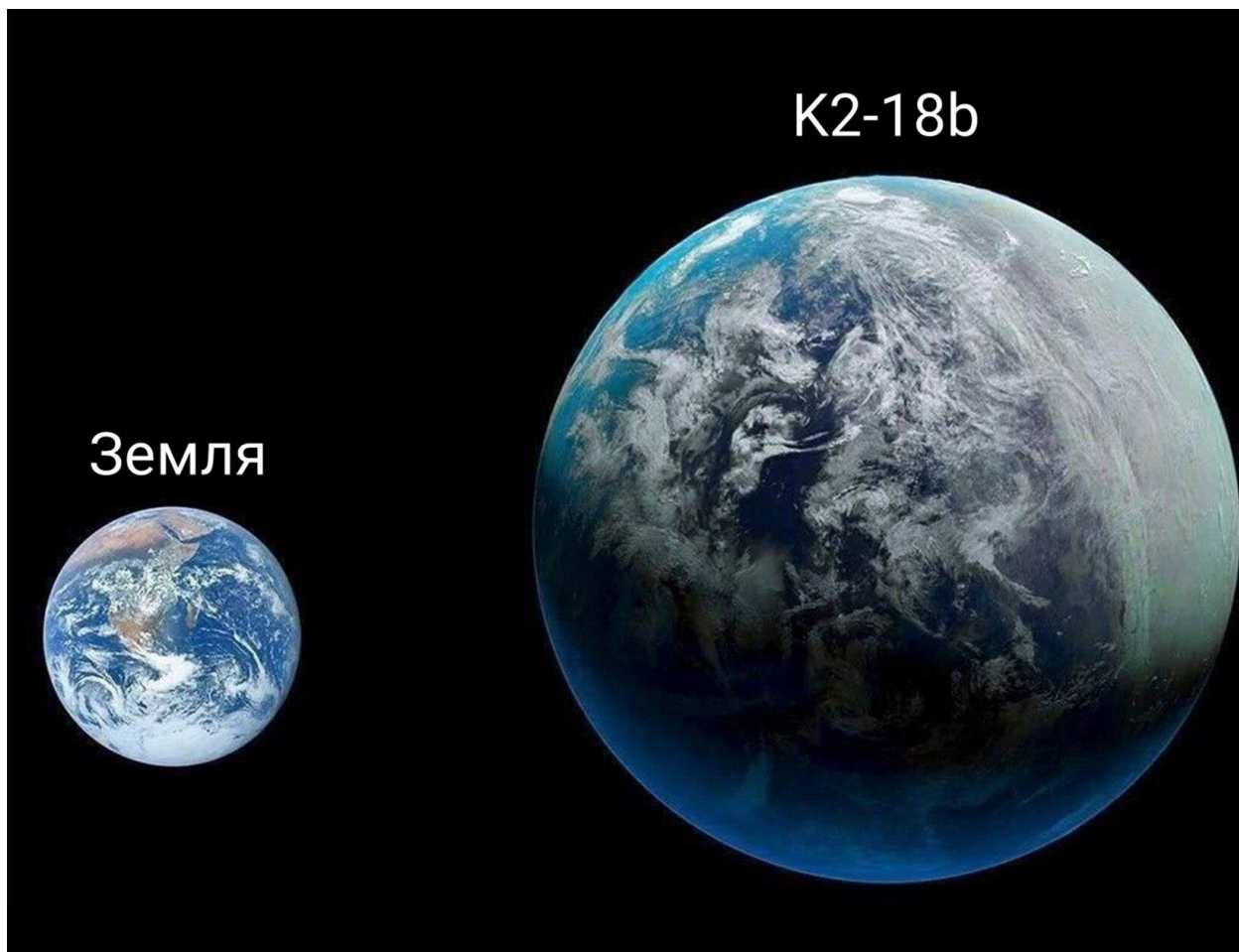
Максимальный балл за задание — 16

Решение по аналогии с заданием 5.1

Задание № 6.1

Условие:

Даны изображения Земли и экзопланеты K2-18b с сохранением масштаба.



Используя лишь линейку и данный рисунок, определите радиус экзопланеты в единицах радиуса Земли. Ответ округлите до десятых.

Ответ: засчитывается в диапазоне [2.6; 2.8]

Точное совпадение ответа — 4 балла

Решение.

По рисунку с помощью линейки измеряем диаметры Земли ($D_{\oplus} = 52 \text{ мм}$) и данной экзопланеты ($D_p = 142 \text{ мм}$)¹. Далее запишем отношение вида:

$$\frac{\mathfrak{R}_p}{\mathfrak{R}_\oplus} = \left(\frac{D_p}{D_\oplus} \right) = 2.73, \text{ или } \mathfrak{R}_p = 2.73 \cdot \mathfrak{R}_\oplus \quad (2)$$

В качестве итогового ответа принимается число из интервала [2.6; 2.8].

Условие:

Согласно расчётам учёных, плотность K2-18b составляет 0.45 плотности Земли. Определите массу этой экзопланеты. Ответ выразите в единицах массы Земли, округлите до десятых.

Ответ: засчитывается в диапазоне [7.9; 9.9]

Точное совпадение ответа — 5 баллов

Решение.

Воспользуемся определением средней массовой плотности тела и запишем формулы для масс экзопланеты и Земли:

$$\mathfrak{M}_p = \bar{\rho}_p \cdot \frac{4}{3} \pi \mathfrak{R}_p^3, \mathfrak{M}_\oplus = \bar{\rho}_\oplus \cdot \frac{4}{3} \pi \mathfrak{R}_\oplus^3 \Rightarrow \frac{\mathfrak{M}_p}{\mathfrak{M}_\oplus} = \frac{\bar{\rho}_p}{\bar{\rho}_\oplus} \left(\frac{\mathfrak{R}_p}{\mathfrak{R}_\oplus} \right)^3 = 9.16, \text{ или } \mathfrak{M}_p = 9.16 \cdot \mathfrak{M}_\oplus$$

Здесь учтено, что отношение плотностей планеты и Земли $\bar{\rho}_p/\bar{\rho}_\oplus = 0.45$.

В качестве итогового ответа принимается число из интервала [7.9; 9.9].

Условие:

Используя полученные значения радиуса и массы, выберите, к какому из этих классов следует отнести экзопланету K2-18b:

Ответ:

- Горячий юпитер — это экзопланета с массой порядка 300–1500 земных масс и радиусом порядка 10–12 земных радиусов — как у Юпитера, —

расположенная очень близко к материнской звезде; основное агрегатное состояние вещества её поверхности — газ

- Горячий нептун — это экзопланета с массой порядка 15–20 земных масс и радиусом порядка 3–5 земных радиусов — как у Нептуна, — расположенная очень близко к материнской звезде; основное агрегатное состояние вещества её поверхности — газ
- ✓ Суперземля — это экзопланета, масса которой составляет 2–10 масс Земли, а радиус которой лежит в диапазоне 1–4 радиусов Земли; основное агрегатное состояние вещества её поверхности — твёрдое
- Миниземля — это экзопланета, масса которой, как правило, составляет не более 0.5 массы Земли, а радиус — не более 0.9 радиуса Земли; основное агрегатное состояние вещества её поверхности — твёрдое

Точное совпадение ответа — 3 балла

Максимальный балл за задание — 12

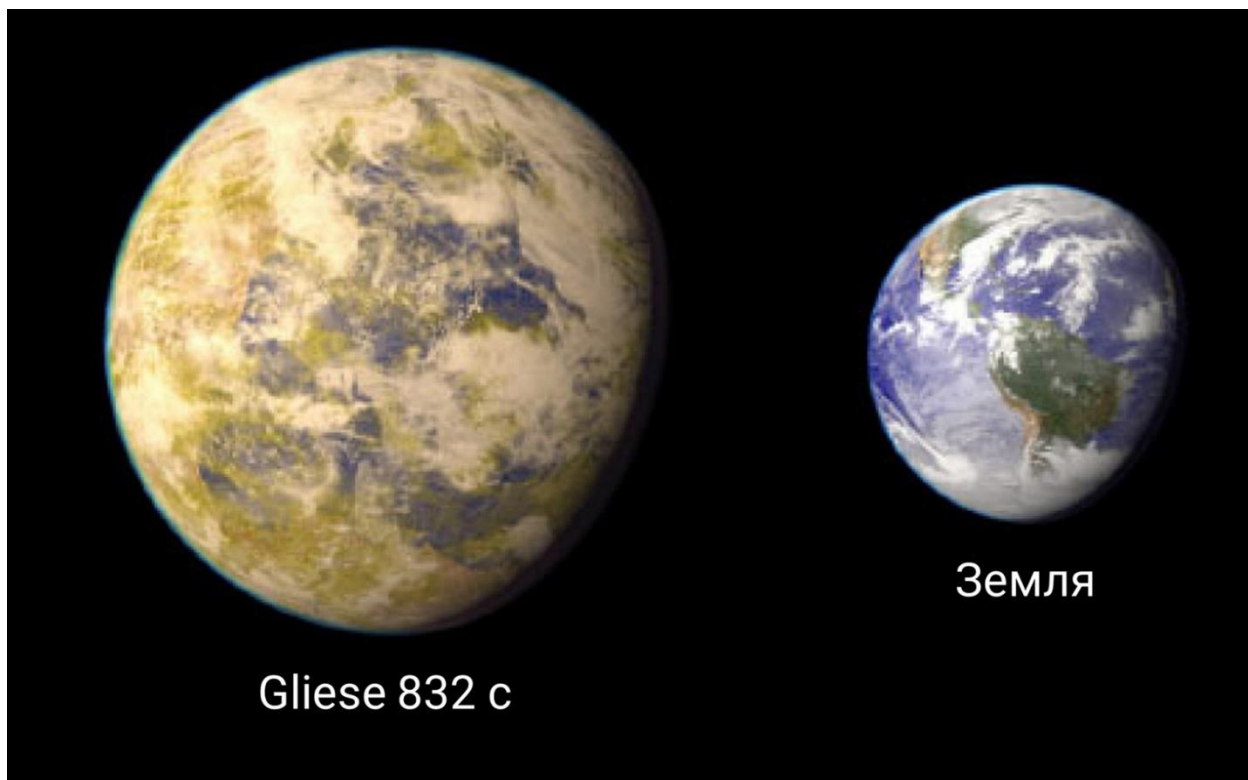
Решение.

Опираясь на полученные значения радиуса и массы планеты и учитывая данные определения основных классов экзопланет, приходим к заключению, что экзопланета K2-18b относится к классу суперземель.

Задание № 6.2

Условие:

Даны изображения Земли и экзопланеты Gliese 832 c с сохранением масштаба.



Используя лишь линейку и данный рисунок, определите радиус экзопланеты в единицах радиуса Земли. Ответ округлите до десятых.

Ответ: засчитывается в диапазоне [1.6; 1.8]

Точное совпадение ответа — 4 балла

Условие:

Согласно расчётам учёных, плотность Gliese 832 c составляет 1.1 плотности Земли. Определите массу этой экзопланеты. Ответ выразите в единицах массы Земли, округлите до десятых.

Ответ: засчитывается в диапазоне [4.5; 6.4]

Точное совпадение ответа — 5 баллов

Условие:

Используя полученные значения радиуса и массы, выберите, к какому из этих классов следует отнести экзопланету Gliese 832 c:

Ответ:

- Горячий нептун — это экзопланета с массой порядка 15–20 земных масс и радиусом порядка 3–5 земных радиусов — как у Нептуна, — расположенная очень близко к материнской звезде; основное агрегатное состояние вещества её поверхности — газ
- ✓ Суперземля — это экзопланета, масса которой составляет 2–10 масс Земли, а радиус лежит в диапазоне 1–4 радиусов Земли; основное агрегатное состояние вещества её поверхности — твёрдое
- Миниземля — это экзопланета, масса которой, как правило, составляет не более 0.5 массы Земли, а радиус — не более 0.9 радиуса Земли; основное агрегатное состояние вещества её поверхности — твёрдое
- Горячий юпитер — это экзопланета с массой порядка 300–1500 земных масс и радиусом порядка 10–12 земных радиусов — как у Юпитера, — расположенная очень близко к материнской звезде; основное агрегатное состояние вещества её поверхности — газ

Точное совпадение ответа — 3 балла

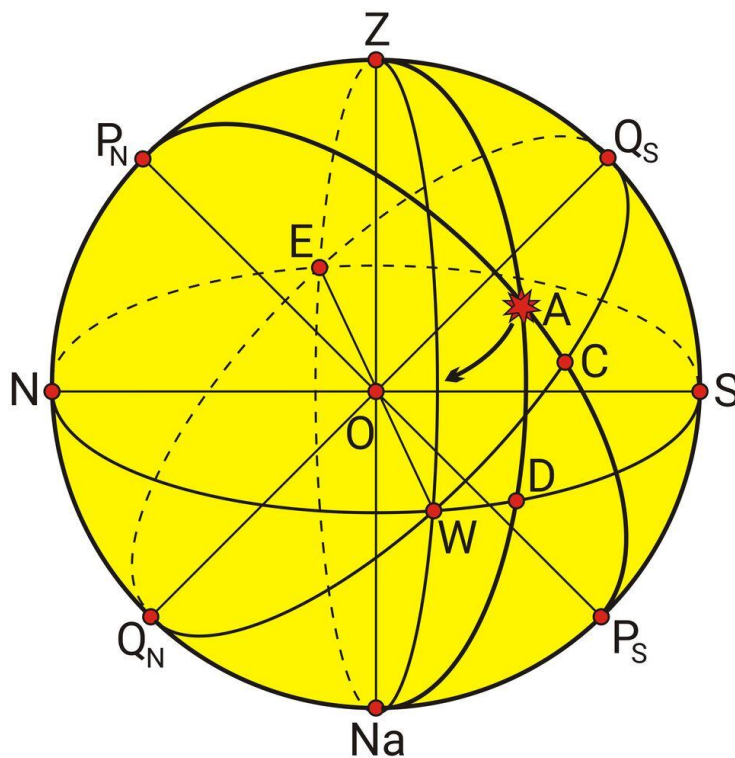
Максимальный балл за задание — 12

Решение по аналогии с заданием 6.1

Задание № 7.1

Общее условие:

На рисунке представлена небесная сфера и её основные точки, линии, круги для находящегося на широте ϕ жителя Северного полушария; стрелкой указано направление суточного движения звезды А.



Точки:

O – наблюдатель,
A – светило (звезда),
Z – зенит,
Na – надир,
N – север,
S – юг,
E – восток,
W – запад,
P_S – южный полюс мира,
P_N – северный полюс мира.

Линии:

EW – линия "восток-запад",
ZNa – отвесная линия,
NS – полуденная линия,
P_NP_S – ось мира.

Круги:

WZENa – первый вертикал,
NESW – математический горизонт,
Q_SWQ_NE – небесный экватор,
ZANa – вертикал светила,
P_NAP_S – круг склонения светила,
NZSNa – небесный меридиан.

Условие:

В какой из представленных точек высота (угловая координата) достигает своего максимального значения?

Ответ:

- ☐ P_N
- ☐ S
- ☐ N_a

- ☐ Q_S
- ☒ Z
- ☐ Q_N

Точное совпадение ответа — 2 балла

Решение.

Как известно, высота светила изменяется в пределах $[-90^\circ, +90^\circ]$. Своё максимальное значение высота достигает в зените Z .

Условие:

Вдоль какой прямой все наземные предметы отбрасывают свои тени в ясный полдень?

Ответ:

- ☐ ZNa
- ☐ $P_N P_S$
- ☒ NS
- ☐ $Q_N Q_S$
- ☐ EW

Точное совпадение ответа — 2 балла

Решение.

Все наземные предметы отбрасывают свои тени в ясный полдень вдоль полуденной линии NS .

Условие:

Какие два больших круга будут совпадать друг с другом для наблюдателя, расположенного на географическом полюсе?

Ответ:

- ☐ $NZSNa$
- ☒ $Q_S W Q_N E$
- ☐ $WZENa$
- ☒ $NESW$

За каждый верный ответ — 2 балла

За каждую ошибку снимается 2 балла

Решение.

Для наблюдателя, расположенного на географическом полюсе, совпадают друг с другом небесный экватор $Q_S W Q_N E$ и математический горизонт $NESW$, поскольку высота видимого полюса мира равна модулю широты места наблюдения — 90° , т. е. полюс мира совпадает с зенитом, а отвесная линия совпадает с осью мира. Следовательно, небесный экватор должен совпасть с горизонтом.

Условие:

Какой угол определяет высоту Полярной звезды над горизонтом?

Ответ:

- ☐ $\angle ZOP_N$
- ☒ $\angle NOP_N$
- ☐ $\angle SOQ_S$
- ☐ $\angle ZOQ_S$
- ☐ $\angle SON$
- ☐ $\angle Q_S OP_N$

Точное совпадение ответа — 2 балла

Решение.

Полярная звезда очень близко располагается к Северному полюсу мира. Полагая далее, что эта звезда совпадает с Северным полюсом мира, и принимая во внимание определение высоты, приходим к заключению, что этим углом является $\angle NOP_N$.

Условие:

Чему равна высота Полярной звезды?

Ответ:

- ☐ $90^\circ - \phi$
- ☐ $\phi/2$
- ☒ ϕ
- ☐ $(90^\circ - \phi)/2$
- ☐ 2ϕ
- ☐ $2(90^\circ - \phi)$

Точное совпадение ответа — 2 балла

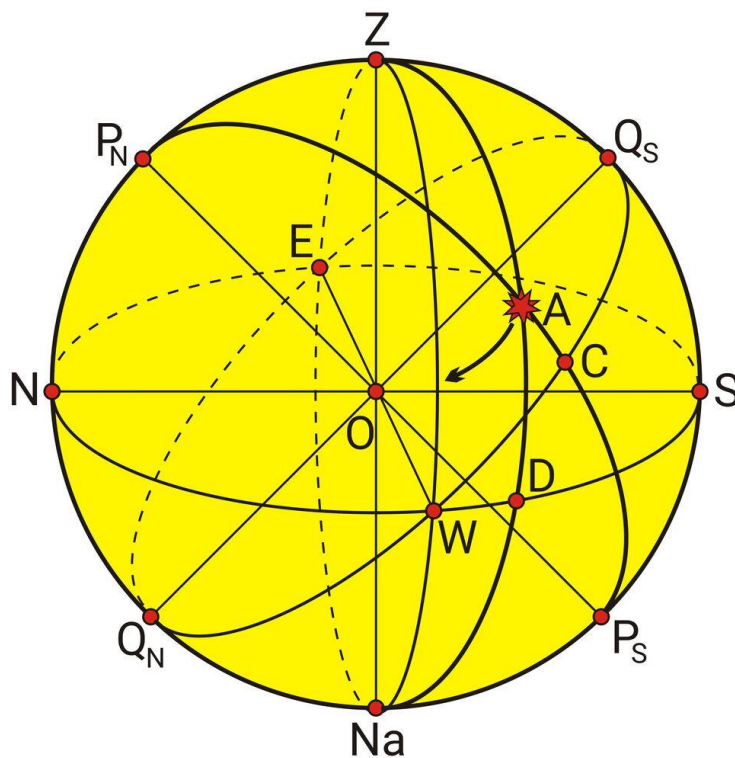
Решение.

Полагая, как и в предыдущем пункте, совпадение Полярной звезды и Северного полюса мира, приходим к заключению, что её высота над горизонтом равна широте места наблюдения, т. е. ϕ .

Задание № 7.2

Общее условие:

На рисунке представлена небесная сфера и её основные точки, линии, круги для находящегося на широте ϕ жителя Северного полушария; стрелкой указано направление суточного движения звезды А.



Точки:

O – наблюдатель,
A – светило (звезда),
Z – зенит,
Na – надир,
N – север,
S – юг,
E – восток,
W – запад,
P_S – южный полюс мира,
P_N – северный полюс мира.

Линии:

EW – линия "восток-запад",
ZNa – отвесная линия,
NS – полуденная линия,
P_NP_S – ось мира.

Круги:

WZENa – первый вертикал,
NESW – математический горизонт,
Q_SWQ_NE – небесный экватор,
ZANa – вертикал светила,
P_NAP_S – круг склонения светила,
NZSNa – небесный меридиан.

Условие:

В какой из представленных точек склонение (угловая координата) достигает своего максимального значения?

Ответ:

- ☒ P_N
- ☐ S
- ☐ N_a

- Q_S
- Z
- Q_N

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

Вдоль какой прямой распространяется свет от Солнца в полдень дня равноденствия?

Ответ:

- ZNa
- $P_N P_S$
- NS
- ✓ $Q_N Q_S$
- EW

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

Какие два больших круга будут совпадать друг с другом для наблюдателя, расположенного на географическом экваторе?

Ответ:

- $NZSNa$
- ✓ $Q_S W Q_N E$
- ✓ $WZENa$
- $NESW$

За каждый верный ответ — 2 балла

За каждую ошибку снимается 2 балла

Условие:

Какой угол определяет высоту над горизонтом экваториальной звезды Минтака в момент её верхней кульминации?

Ответ:

- ☐ $\angle ZOP_N$
- ☐ $\angle NOP_N$
- ☒ $\angle SOQ_S$
- ☐ $\angle ZOQ_S$
- ☐ $\angle SON$
- ☐ $\angle Q_SOP_N$

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

Чему равна высота Минтаки в этот момент?

Ответ:

- ☒ $90^\circ - \phi$
- ☐ $\phi/2$
- ☐ ϕ
- ☐ $(90^\circ - \phi)/2$
- ☐ 2ϕ
- ☐ $2(90^\circ - \phi)$

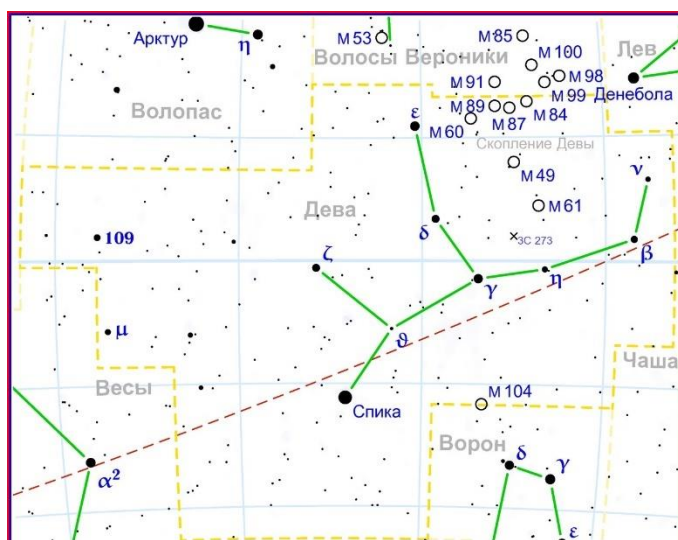
Точное совпадение ответа — 2 балла

Решение по аналогии с заданием 7.1

Задание № 8.1

Общее условие:

Размеры созвездий принято характеризовать телесным углом (или угловой площадью, аналогом линейной площади). Так, созвездие Девы является вторым по угловой площади созвездием небосвода; его величина составляет 1294 квадратных градуса. При этом оно содержит 95 звёзд, видимых невооружённым глазом.



Условие:

Определите среднюю поверхностную концентрацию звёзд, видимых невооружённым глазом, в этом созвездии. Ответ выразите в количестве звёзд на квадратный градус, округлите до тысячных.

Примечание. Средней поверхностной концентрацией звёзд называется отношение количества звёзд к телесному углу участка небосвода, который они занимают.

Ответ: засчитывается в диапазоне [0.068; 0.078]

Точное совпадение ответа — 4 балла

Решение.

Согласно определению, среднюю поверхностную концентрацию звёзд можно определить по формуле:

$$n_S = \frac{N_S}{\Omega} = \frac{95 \text{ звёзд}}{1294 \text{ кв. град}} = 0.073 \text{ звёзд/кв. град}, \quad (1)$$

здесь $N_S = 95$ — количество звёзд, видимых невооружённым глазом в данном созвездии; $\Omega = 1294$ кв. град. — телесный угол (угловая площадь), соответствующий данному созвездию. В качестве ответа на первый вопрос задачи принимается значение из интервала $[0.068; 0.078]$.

Условие:

Сколько (в среднем) таких звёзд поместится в одном кадре фотоаппарата, если его поле зрения равно 250 квадратным градусам?

Ответ: засчитывается в диапазоне $[17; 20]$

Точное совпадение ответа — 4 балла

Максимальный балл за задание — 8

Решение.

Среднее количество звёзд, видимых невооружённым глазом, которые смогут поместиться в одном кадре фотоаппарата при условии, что его поле зрения — $\Omega_{\text{об}} = 250$ квадратных градусов, можно записать так:

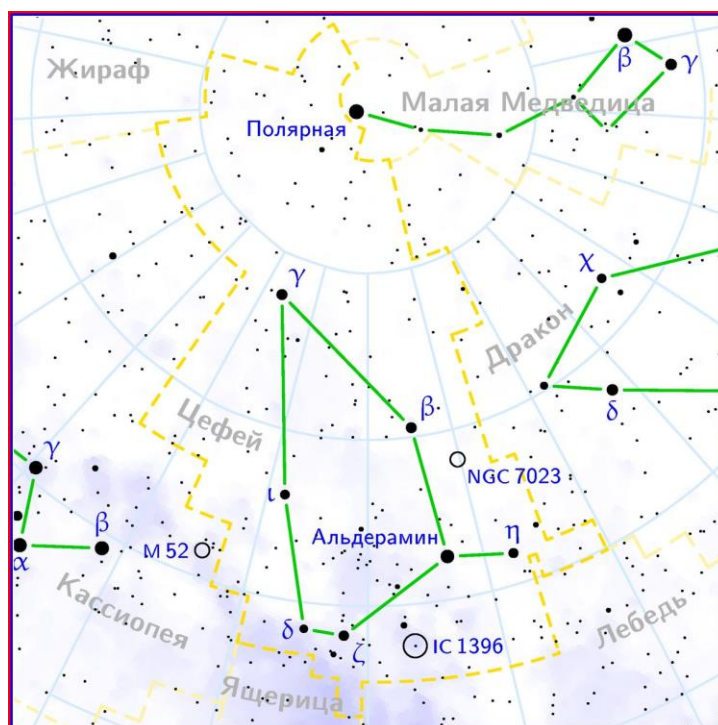
$$\bar{N}_S^{ob} = [n_S \cdot \Omega_{\text{об}}] = 18 \text{ звёзд}, \quad (2)$$

Здесь квадратными скобками указана операция взятия целой части. В качестве ответа на второй вопрос задачи принимается значение из интервала $[17; 20]$.

Задание № 8.2

Общее условие:

Размеры созвездий принято характеризовать телесным углом (или угловой площадью, аналогом линейной площади). Так, созвездие Цефея является 56-м по угловой площади созвездием небосвода; его величина составляет 588 квадратных градусов. При этом оно содержит 148 звёзд, видимых невооружённым глазом.



Условие:

Определите среднюю поверхностную концентрацию звёзд, видимых невооружённым глазом в этом созвездии. Ответ выразите в количестве звёзд на квадратный градус, округлите до тысячных.

Примечание. Средней поверхностной концентрацией звёзд называется отношение количества звёзд к телесному углу участка небосвода, который они занимают.

Ответ: засчитывается в диапазоне [0.247; 0.257]

Точное совпадение ответа — 4 балла

Условие:

Сколько (в среднем) таких звёзд поместится в одном кадре фотоаппарата, если его поле зрения равно 350 квадратным градусам?

Ответ: засчитывается в диапазоне [86; 90]

Точное совпадение ответа — 4 балла

Максимальный балл за задание — 8

Решение по аналогии с заданием 8.1

Задание № 9.1

Условие:

Годичный параллакс определяется как изменение направления на объект (например, звезду), связанное с движением Земли вокруг Солнца. Величина параллакса равна углу, под которым со звезды виден радиус земной орбиты, перпендикулярный лучу зрения. Расстояние от звезды до Солнца, для которой годичный параллакс равен $1''$, принято называть (годовым) парсеком.

Определите расстояние, с которого средний экваториальный радиус Земли (6378 км) будет виден под углом $1''$, оставаясь при этом, как и в предыдущем случае, перпендикулярным лучу зрения. Последнее логично назвать суточным экваториальным парсеком. Ответ выразите в а. е., округлите до сотых. Напомним, что $1 \text{ а. е.} = 149.6 \text{ млн км}$.

Ответ: засчитывается в диапазоне [8.7; 8.9]

Точное совпадение ответа — 5 баллов

Максимальный балл за задание — 5

Решение.

Согласно определению, суточный горизонтальный экваториальный параллакс (p_0''), выраженный в угловых секундах, можно представить в виде:

$$p_0'' = \frac{R_{\oplus}}{\Delta} \cdot 206265'', \Rightarrow \Delta = \frac{R_{\oplus}}{p_0''} \cdot 206265'' = \frac{6378 \text{ км}}{1''} \cdot 206265'' = 1.315 \cdot 10^9 \text{ км} = 8.79 \text{ а. е.}$$

В качестве ответа на вопрос задачи принимается значение из интервала [8.70; 8.90].

Задание № 9.2

Условие:

Годичный параллакс определяется как изменение направления на объект (например, звезду), связанное с движением Земли вокруг Солнца. Величина параллакса равна углу, под которым со звезды виден радиус земной орбиты, перпендикулярный лучу зрения. Расстояние от звезды до Солнца, для которой годичный параллакс равен $1''$, принято называть (годичным) парсеком.

Определите расстояние, с которого средний экваториальный радиус лунной орбиты (384400 км) будет виден под углом $1''$, оставаясь при этом, как и в предыдущем случае, перпендикулярным лучу зрения. Последний логично назвать лунным месячным парсеком. Ответ выразите в а. е., округлите до целых. Напомним, что $1 \text{ а. е.} = 149.6 \text{ млн км}$.

Ответ: засчитывается в диапазоне [528; 532]

Точное совпадение ответа — 5 баллов

Максимальный балл за задание — 5

Решение по аналогии с заданием 9.1

Задание № 10.1

Условие:

Как известно, продолжительность звёздных суток на Земле составляет 23 часа 56 минут, а звёздного года — 365.26 суток. Следствием сложения двух вращательных движений Земли, совершаемых в одном направлении, является продолжительность солнечных суток (24 часа 00 минут), которую можно рассматривать как синодический период данных движений. Чему была бы равна продолжительность солнечных суток, если бы Земля вращалась вокруг своей оси в направлении, обратном указанному? Ответ запишите в формате ЧЧ:ММ.

Вам может оказаться полезной формула для синодического периода S :

$$\frac{1}{S} = \left| \frac{1}{T_1} \pm \frac{1}{T_2} \right|$$

где T_1, T_2 — сидерические периоды двух вращательных движений небесного тела, знак «−» ставится, если вращательные движения совершаются в одном направлении, знак «+» — если эти движения совершаются в противоположных направлениях.

Ответ: 23:52 или 23:51 или 23:53

Точное совпадение ответа — 5 баллов

Максимальный балл за задание — 5

Решение.

Если бы Земля вращалась вокруг своей оси в направлении, обратном указанному, то это направление вращения было бы противоположно направлению её орбитального движения, значит, продолжительность солнечных суток определится так:

$$\frac{1}{S} = \frac{1}{T_{\oplus}} + \frac{1}{P_{\oplus}}, \Rightarrow S = \frac{T_{\oplus} \cdot P_{\oplus}}{T_{\oplus} + P_{\oplus}} = 0.9945 \text{ сут} = 23^{\text{ч}}52^{\text{м}}$$

Здесь $T_{\oplus} = 365.26$ сут — продолжительность звёздного года Земли,

$P_{\oplus} = 23^{\text{ч}}56^{\text{м}} = 0.9972$ сут — продолжительность звёздных суток Земли.

В качестве ответа на вопрос задачи принимается значение из интервала 23 часа [51; 53] мин.

Задание № 10.2

Условие:

Как известно, продолжительность звёздных суток на Луне составляет 27.32 суток, а звёздного года — 365.26 суток. Следствием сложения двух её вращательных движений, совершаемых в одном направлении, является продолжительность её синодического месяца или её солнечных суток (29.53 суток), которую можно рассматривать как синодический период данных движений. Чему была бы равна продолжительность синодического месяца Луны, если бы она вращалась вокруг Земли в направлении, обратном указанному? Вам может оказаться полезной формула для синодического периода S :

$$\frac{1}{S} = \left| \frac{1}{T_1} \pm \frac{1}{T_2} \right|$$

где T_1, T_2 — сидерические периоды двух вращательных движений небесного тела, знак « $-$ » ставится, если вращательные движения совершаются в одном направлении, знак « $+$ » — если эти движения совершаются в противоположных направлениях.

Ответ: 25 сут. [9;11] ч.

Точное совпадение ответа — 5 баллов

Максимальный балл за задание — 5

Решение по аналогии с заданием 10.1

**Разбор заданий школьного этапа ВсОШ по астрономии
для 9 класса**

2024/25 учебный год

Максимальное количество баллов — 100

Задание № 1.1

Условие:

Выберите все правильные утверждения:

Ответ:

- ☐ Невооружённым глазом с Земли можно уверенно наблюдать 7 больших планет Солнечной системы
- ☒ Земля является самой большой планетой земной группы
- ☐ Рассеянные звёздные скопления, как правило, имеют большую массу, чем шаровые
- ☒ Ближайшая к Солнцу звезда — Проксима Центавра
- ☐ Согласно современным оценкам, возраст Луны составляет 4.57 млн лет
- ☒ Финальной стадией эволюции Солнца станет белый карлик

За каждый верный ответ — 2 балла

За каждую ошибку снимается 2 балла

Максимальный балл за задание — 6

Решение.

1. Утверждение 1 является *ложным*, поскольку с поверхности Земли невооружённым глазом можно уверенно наблюдать лишь 5 больших планет Солнечной системы: Меркурий, Венеру, Марс, Юпитер, Сатурн. В исключительно благоприятных условиях можно также наблюдать Уран в окрестности его противостояния с Солнцем.

2. Утверждение 2 является *истинным*. Согласно справочным данным, Земля действительно является самой большой среди планет земной группы Солнечной системы.
3. Утверждение 3 является *ложным*, поскольку рассеянные звёздные скопления, как правило, имеют меньшую массу и меньшие размеры, нежели шаровые.
4. Утверждение 4 является *истинным*. Ближайшей к Солнцу и Земле звездой является Проксима Центавра.
5. Утверждение 5 является *ложным*, поскольку, согласно современным представлениям, возраст Луны составляет около 4.5 млрд лет.
6. Утверждение 6 является *истинным*. Согласно современной теории эволюции звёзд, через 7 млрд лет жизнь Солнца закончится стадией белого карлика.

Задание № 1.2

Условие:

Выберите все правильные утверждения:

Ответ:

- ☐ Земля является самой маленькой планетой земной группы
- ☒ Рассеянные звёздные скопления, как правило, имеют меньшую массу, чем шаровые звёздные скопления
- ☒ Невооружённым глазом с Земли можно уверенно наблюдать лишь 5 больших планет Солнечной системы и ещё одну можно увидеть лишь в окрестности её противостояния
- ☐ Ближайшая к Солнцу звезда — звезда Барнарда
- ☐ Финальной стадией эволюции Солнца станет чёрная дыра
- ☒ Согласно современным оценкам, возраст Солнца составляет 4.57 млрд лет

За каждый верный ответ — 2 балла

За каждую ошибку снимается 2 балла

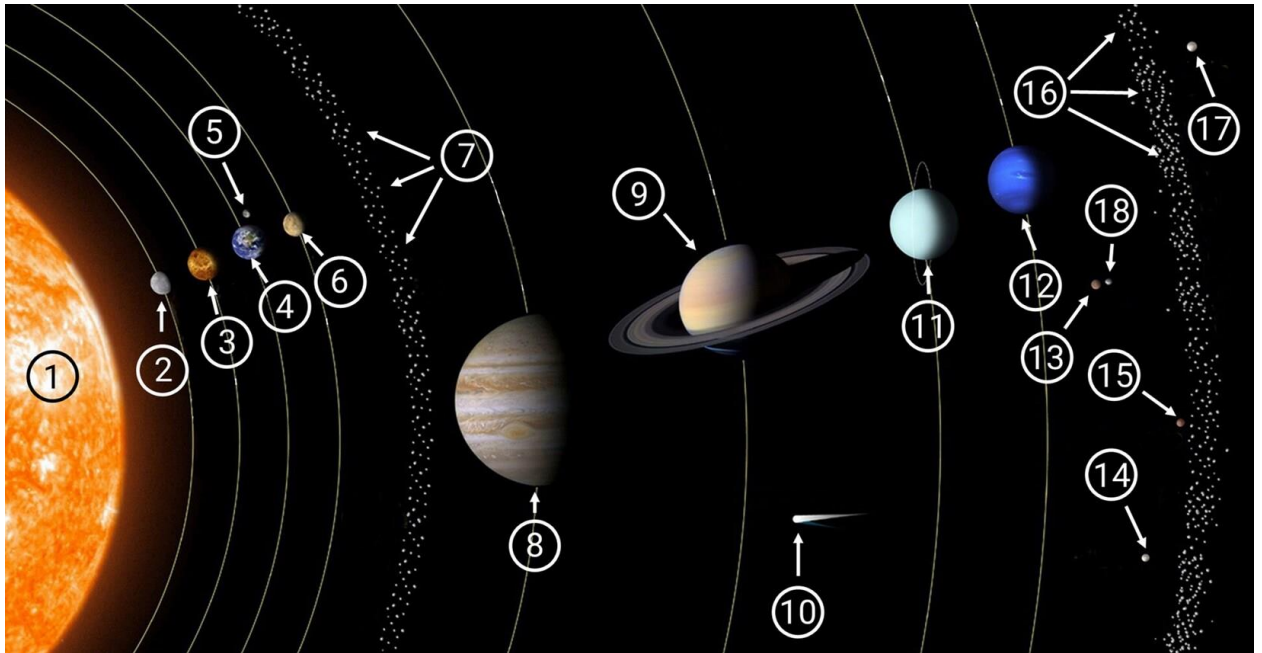
Максимальный балл за задание — 6

Решение по аналогии с заданием 1.1

Задание № 2.1

Условие:

Дана упрощённая схема Солнечной системы (не в масштабе) с указанием нумерации её основных тел.



Установите соответствие между названиями представленных тел или систем тел и их номерами на рисунке.

Примечание. При решении задачи вам может оказаться полезным неравенство для средних гелиоцентрических расстояний a_i до планет-карликов:

$$a_{\text{Церера}} < a_{\text{Плутон+Харон}} < a_{\text{Хаумеа}} < a_{\text{Макемаке}} < a_{\text{Эрида}}$$

Ответ:

Комета	10
Меркурий	2
Эрида (карликовая планета)	17
Юпитер	8
Уран	11

Луна	5
Харон (спутник или «напарник» Плутона)	18
Главный пояс астероидов	7

За каждую верную пару — 1 балл

Решение.

Зная структуру Солнечной системы, внешний вид малых тел и используя примечание, легко установить соответствие номера объекта на рисунке и его названия в перечне вариантов.

Условие:

У какой классической планеты отсутствует атмосфера?

Ответ:

- ☐ 1
- ☒ 2
- ☐ 3
- ☐ 4
- ☐ 5
- ☐ 6
- ☐ 7
- ☐ 8
- ☐ 9
- ☐ 10
- ☐ 11
- ☐ 12
- ☐ 13
- ☐ 14
- ☐ 15
- ☐ 16

- ☐ 17
- ☐ 18

Точное совпадение ответа — 2 балла

Решение.

Среди всех классических планет лишь у Меркурия (2) нет атмосферы.

Условие:

Какое небесное тело является ближайшим к Солнцу спутником планеты?

Ответ:

- ☐ 1
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ 4
- ☒ 5
- ☐ 6
- ☐ 7
- ☐ 8
- ☐ 9
- ☐ 10
- ☐ 11
- ☐ 12
- ☐ 13
- ☐ 14
- ☐ 15
- ☐ 16
- ☐ 17
- ☐ 18

Точное совпадение ответа — 2 балла

Решение.

Меркурий и Венера не имеют спутников. Земля является ближайшей классической планетой к Солнцу, обладающей единственным естественным спутником — Луной. Следовательно, последняя (5) является ближайшим к Солнцу спутником классической планеты.

Условие:

В какой области Солнечной системы располагается карликовая планета Церера (не указана на рисунке)?

Ответ:

- ☐ 1
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ 4
- ☐ 5
- ☐ 6
- ☒ 7
- ☐ 8
- ☐ 9
- ☐ 10
- ☐ 11
- ☐ 12
- ☐ 13
- ☐ 14
- ☐ 15
- ☐ 16
- ☐ 17
- ☐ 18

Точное совпадение ответа — 2 балла

Максимальный балл за задание — 14

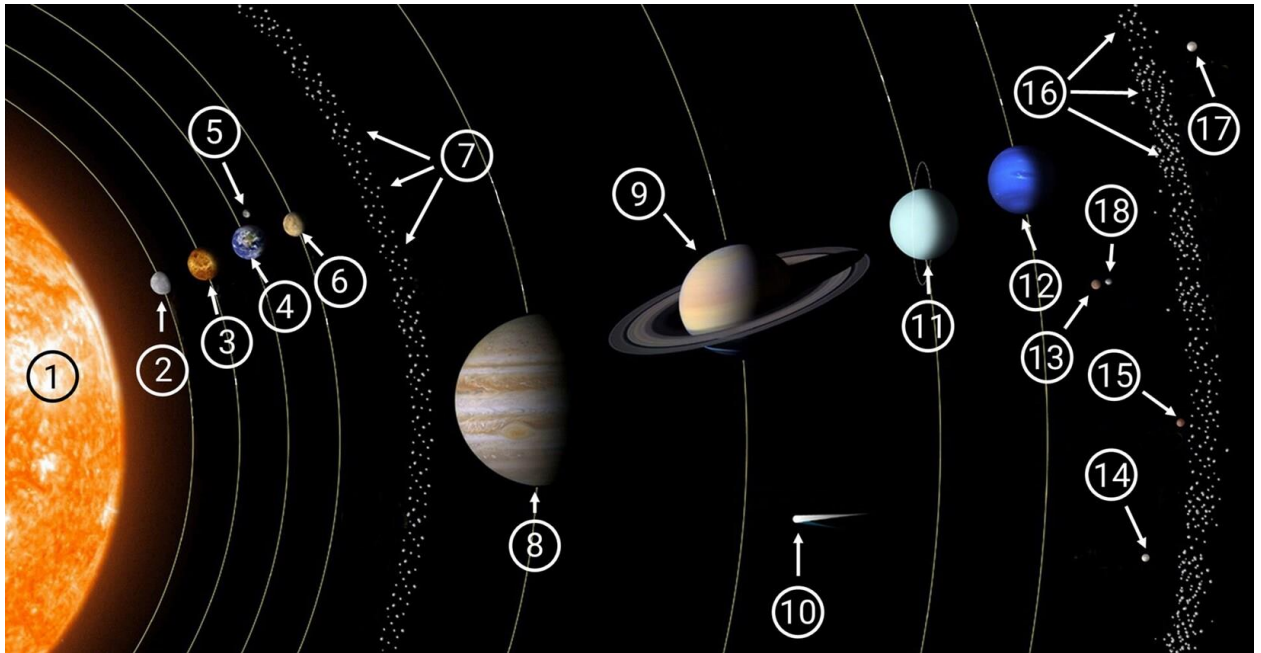
Решение.

Очевидно, на рисунке цифрами обозначены лишь две области Солнечной системы: Главный пояс астероидов (7) и пояс Койпера (16). Церера — это крупнейшее тело в Главном поясе астероидов (7), расположенным между орбитами Марса и Юпитера.

Задание № 2.2

Условие:

Дана упрощённая схема Солнечной системы (не в масштабе) с указанием нумерации её основных тел.



Установите соответствие между названиями представленных тел или систем тел и их номерами на рисунке.

Примечание. При решении задачи вам может оказаться полезным неравенство для средних гелиоцентрических расстояний a_i до планет-карликов:

$$a_{\text{Церера}} < a_{\text{Плутон+Харон}} < a_{\text{Хаумеа}} < a_{\text{Макемаке}} < a_{\text{Эрида}}$$

Ответ:

Нептун	12
Венера	3
Хаумеа (карликовая планета)	14
Сатурн	9
Макемаке (карликовая планета)	15

Пояс Койпера	16
Марс	6
Комета	10

За каждую верную пару — 1 балл

Условие:

Какая планета Солнечной системы обладает наибольшей массой?

Ответ:

- ☐ 1
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ 4
- ☐ 5
- ☐ 6
- ☐ 7
- ☒ 8
- ☐ 9
- ☐ 10
- ☐ 11
- ☐ 12
- ☐ 13
- ☐ 14
- ☐ 15
- ☐ 16
- ☐ 17
- ☐ 18

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

Какое небесное тело может обладать хвостом?

Ответ:

- ☐ 1
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ 4
- ☐ 5
- ☐ 6
- ☐ 7
- ☐ 8
- ☐ 9
- ☒ 10
- ☐ 11
- ☐ 12
- ☐ 13
- ☐ 14
- ☐ 15
- ☐ 16
- ☐ 17
- ☐ 18

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

Существуют массивные тела, имеющие форму, близкую к сферической, и в значительной степени состоящие из водяного и других космических льдов. Их периоды обращения вокруг Солнца, как правило, больше, чем у Нептуна. В какой области Солнечной системы они располагаются?

Ответ:

- ☐ 1
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ 4
- ☐ 5
- ☐ 6
- ☐ 7
- ☐ 8
- ☐ 9
- ☐ 10
- ☐ 11
- ☐ 12
- ☐ 13
- ☐ 14
- ☐ 15
- ☒ 16
- ☐ 17
- ☐ 18

Точное совпадение ответа — 2 балла

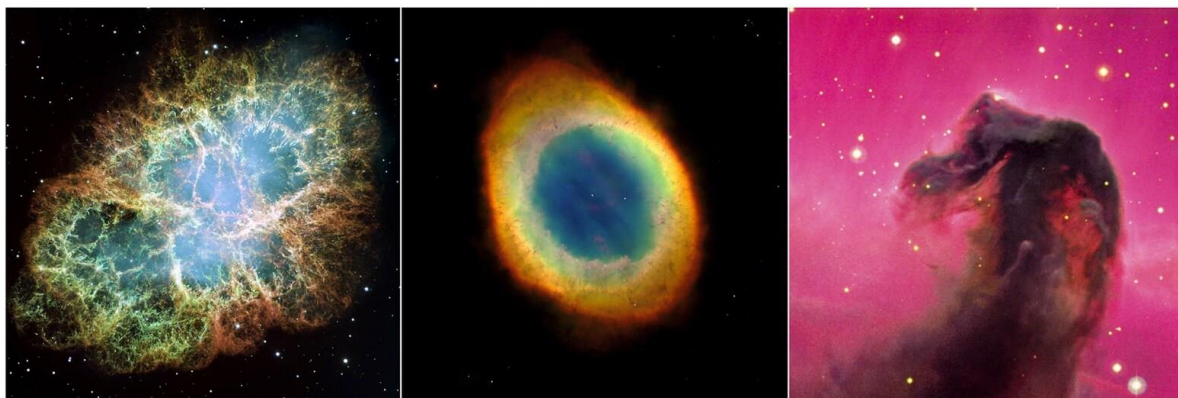
Максимальный балл за задание — 14

Решение по аналогии с заданием 2.1

Задание № 3.1

Общее условие:

Даны фотографии ярчайших представителей трёх типов туманностей, наблюдаемых в нашей Галактике.



А

Б

В

Условие:

Установите соответствие между изображениями туманностей и их названиями.

Ответ:

Туманность А	Крабовидная туманность (M1)
Туманность Б	Кольцо (M57)
Туманность В	Конская голова (Barnard 33)

За каждую верную пару — 2 балла

Решение.

На рисунке А представлена Крабовидная туманность (M1), на рисунке Б — туманность Кольцо (M57), на рисунке В — Конская Голова (Barnard 33).

Условие:

Установите соответствие между изображениями туманностей и их типами.

Ответ:

Туманность А	Диффузная туманность
Туманность Б	Планетарная туманность
Туманность В	Тёмная туманность

За каждую верную пару — 1 балл

Решение.

Туманность А имеет клочковатую, неправильную форму, испускает собственный свет. Такую туманность принято называть светлой диффузной туманностью. Туманность Б имеет форму, близкую к сферической, компактные размеры, напоминает собой далёкую планету. Такие туманности традиционно называют планетарными. Туманность В имеет неправильную клочковатую форму, являющуюся тёмным сгустком газа и пыли на фоне более далёких светлых туманностей. Такие туманности традиционно называют тёмными.

Условие:

Какая из представленных туманностей образовалась в результате взрыва сверхновой звезды?

Ответ:

- ☒ Туманность А
- ☐ Туманность Б
- ☐ Туманность В
- ☐ Невозможно определить, поскольку у каждой туманности своя судьба

Точное совпадение ответа — 2 балла

Максимальный балл за задание — 11

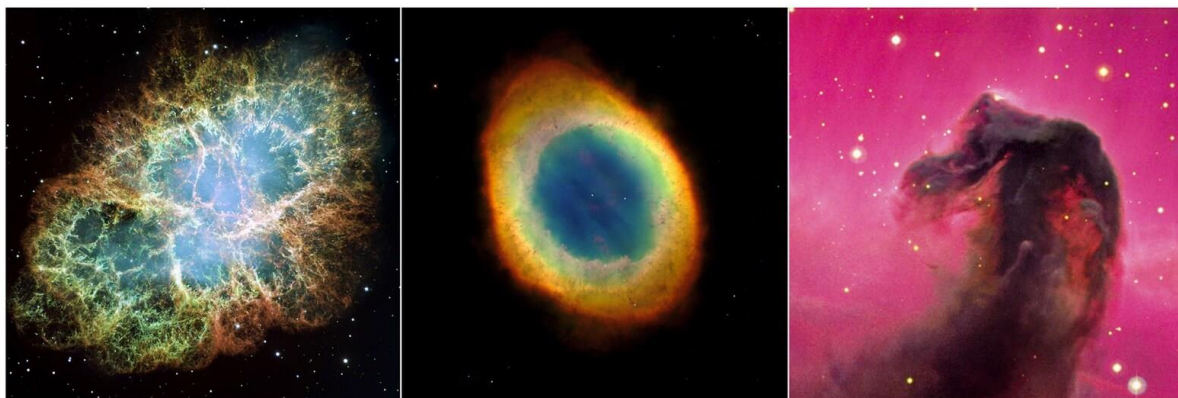
Решение.

В результате взрыва сверхновой звезды образуется подкласс диффузных туманностей, называемых остатками сверхновых. К таким относится туманность А.

Задание № 3.2

Общее условие:

Даны фотографии ярчайших представителей трёх типов туманностей, наблюдаемых в нашей Галактике.



А

Б

В

Условие:

Установите соответствие между изображениями туманностей и их названиями.

Ответ:

Туманность А	Крабовидная туманность (M1)
Туманность Б	Кольцо (M57)
Туманность В	Конская голова (Barnard 33)

За каждую верную пару — 2 балла

Условие:

Установите соответствие между изображениями туманностей и их типами.

Ответ:

Туманность А	Диффузная туманность
Туманность Б	Планетарная туманность
Туманность В	Тёмная туманность

За каждую верную пару — 1 балл

Условие:

На какую из них будет похожа туманность, которую породит наше Солнце на финальной стадии своей эволюции, через 6 млрд лет?

Ответ:

- ☐ Туманность А
- ☒ Туманность Б
- ☐ Туманность В
- ☐ Невозможно определить, поскольку у каждой туманности своя судьба

Точное совпадение ответа — 2 балла

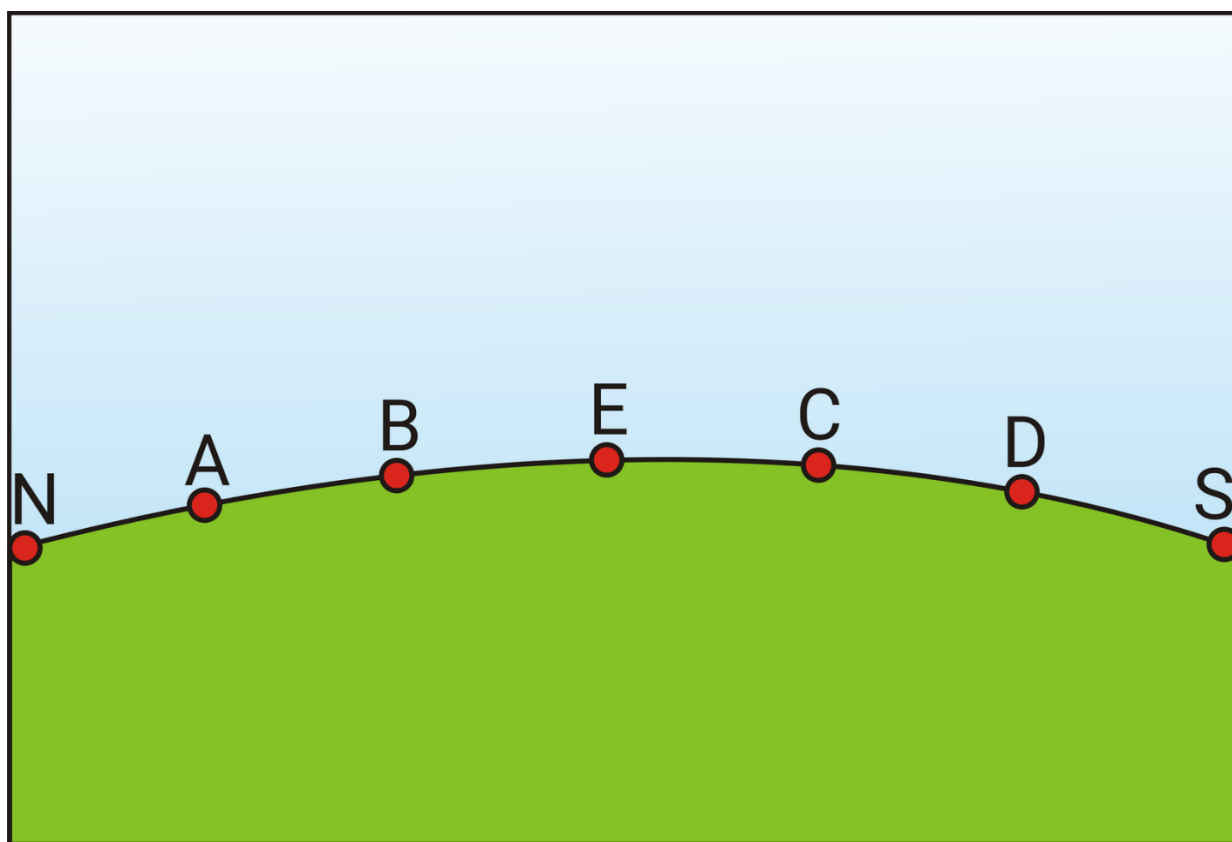
Максимальный балл за задание — 11

Решение по аналогии с заданием 3.1

Задание № 4.1

Общее условие:

На рисунке представлена восточная часть математического горизонта для жителя северного географического полушария с указанием сторон света: севера (N), юга (S), востока (E) — и четырёх точек восхода Солнца: A, B, C, D, — достигаемых им в разные моменты года. При этом две из них — A и D — являются пограничными.



Условие:

Установите соответствие между точкой математического горизонта и днём, в который в этой точке восходит Солнце.

Ответ:

День весеннего равноденствия	Е
День летнего солнцестояния	А
Самый короткий день года в данной точке поверхности Земли	Д

За каждую верную пару — 2 балла

Решение.

В день весеннего равноденствия Солнце совершает своё суточное движение по дуге небесного экватора, значит, оно восходит в точке востока (Е) и заходит в точке запада (W). В день летнего солнцестояния Солнце совершает своё суточное движение вдоль суточной параллели с максимально положительным склонением. Эта суточная параллель должна пересекать математический горизонт в точке, наиболее близкой к точке севера (N), т. е. в точке А. Самый короткий день года для жителей северного географического полушария наступает в сутки зимнего солнцестояния, когда Солнце движется по суточной параллели, которая пересекает математический горизонт в точке, наиболее близкой к точке юга (S), т. е. в точке D.

Условие:

Какие большие круги всегда пересекают горизонт в точке Е?

Ответ:

- ☐ Вертикал светила
- ☒ Небесный экватор
- ☐ Эклиптика
- ☐ Небесный меридиан
- ☒ Первый вертикал
- ☐ Круг склонения светила

За каждый верный ответ — 2 балла

За каждую ошибку снимается 2 балла

Решение.

Согласно определениям больших кругов, в любой момент времени математический горизонт в точке востока (E) пересекают небесный экватор и первый вертикал.

Условие:

Какой знак имеет склонение Солнца в тот момент, когда это светило восходит в точке C?

Ответ:

- ☐ Знак «+»
- ☒ Знак «−»
- ☐ Невозможно однозначно определить

Точное совпадение ответа — 2 балла

Максимальный балл за задание — 12

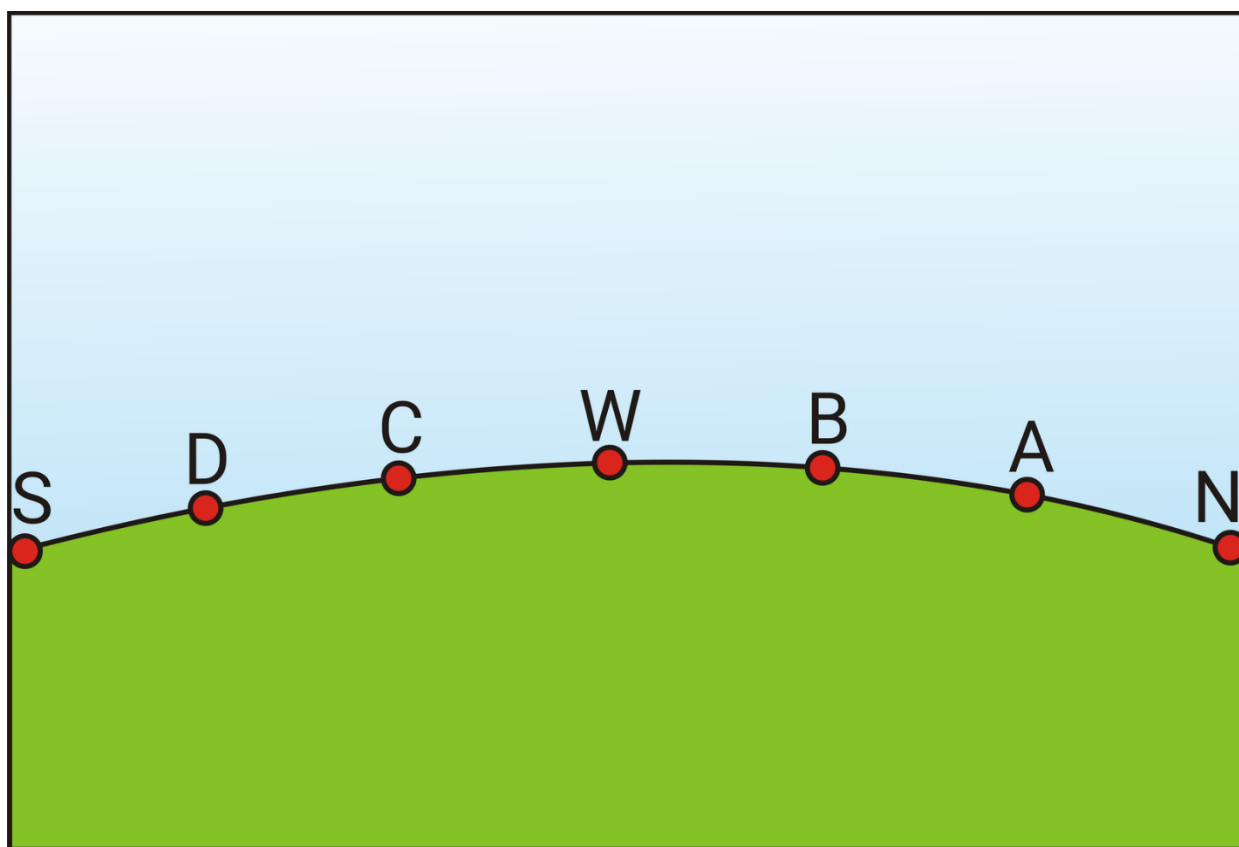
Решение.

Если какое-либо светило восходит на юго-востоке (т. е. между точками востока (E) и юга (S), что как раз соответствует точке C), то его склонение будет отрицательным, поскольку суточная параллель такого светила расположена ближе к южному полюсу мира, а значит, расположена в южной полусфере небосвода, где склонение по определению меньше нуля. Значит, знак склонения Солнца в момент восхода в точке C был «−» (2).

Задание № 4.2

Общее условие:

На рисунке представлена западная часть математического горизонта для жителя северного географического полушария с указанием сторон света: севера (N), юга (S), запада (W) — и четырёх точек захода Солнца: A, B, C, D, — достигаемых им в разные моменты года. При этом две из них — A и D — являются пограничными.



Условие:

Установите соответствие между точкой математического горизонта и днём, в который в этой точке заходит Солнце.

Ответ:

День весеннего равноденствия	W
День летнего солнцестояния	A
Самый короткий день года в данной точке поверхности Земли	D

За каждую верную пару — 2 балла

Условие:

Какие большие круги всегда пересекают горизонт в точке W?

Ответ:

- ☐ Вертикал светила
- ☒ Небесный экватор
- ☐ Эклиптика
- ☐ Небесный меридиан
- ☒ Первый вертикал
- ☐ Круг склонения светила

За каждый верный ответ — 2 балла

За каждую ошибку снимается 2 балла

Условие:

Какой знак имеет склонение Солнца в тот момент, когда это светило восходит в точке C?

Ответ:

- ☐ Знак «+»
- ☒ Знак «−»
- ☐ Невозможно однозначно определить

Точное совпадение ответа — 2 балла

Максимальный балл за задание — 12

Решение по аналогии с заданием 4.1

Задание № 5.1

Общее условие:

Дана схема лунного затмения, наблюдавшегося с территории России 28 октября 2023 года, с указанием его основных фаз.



Условие:

Какой вид затмения наблюдали очевидцы этого феномена?

Ответ:

- ☐ Полное теневое
- ☐ Полное полутеневое
- ☒ Частное теневое
- ☐ Частное полутеневое
- ☐ Невозможно однозначно определить

Точное совпадение ответа — 2 балла

Решение.

Вид лунного затмения определяется его максимальной фазой. Как видно из рисунка, максимальная фаза затмения Луны соответствовала частичному погружению диска Луны в тень Земли. Следовательно, очевидцы этого феномена наблюдали частное теневое затмение.

Условие:

В какие ближайшие даты (предшествующие или последующие) в принципе могло произойти лунное затмение?

Ответ:

- ✓ 5 мая 2023 года
- 14 октября 2023 года
- 11 ноября 2023 года
- 27 декабря 2023 года
- ✓ 25 марта 2024 года
- 18 сентября 2024 года

За каждый верный ответ — 2 балла

За каждую ошибку снимается 2 балла

Решение.

Поскольку 28 октября 2023 года произошло частное теневое затмение, ближайшее лунное затмение в принципе могло произойти либо за синодический месяц Луны до, либо синодический месяц спустя после указанного лунного затмения. Синодический месяц Луны равен 29.53 суток. Однако в вариантах ответов нет соответствующих дат. Лунные затмения обязательно повторяются через полгода. Значит, ближайшими такими датами являются 5 мая 2023 и 25 марта 2024. И действительно, в указанные даты

лунные затмения имели место!

Условие:

Что обладает большей скоростью видимого перемещения по небосводу (относительно звёзд): Луна или тень от Земли?

Ответ:

- ☐ Тень от Земли
- ☒ Луна
- ☐ Невозможно однозначно определить

Точное совпадение ответа — 2 балла

Решение.

Собственное движение небесного тела (или его тени) по небосводу относительно звёзд обратно пропорционально периоду обращения данного тела. Луна совершает по небосводу один полный оборот за 27.32 суток, а Солнце — за 365.26 суток (с последним значением периода обращается конус земной тени относительно звёзд). Следовательно, собственное движение Луны больше солнечного, значит, Луна догоняет тень Земли во время затмения.

Условие:

Определите продолжительность лунного затмения между фазами P1 и P4. Ответ выразите в минутах.

Ответ: 265

Точное совпадение ответа — 4 балла

Максимальный балл за задание — 12

Решение.

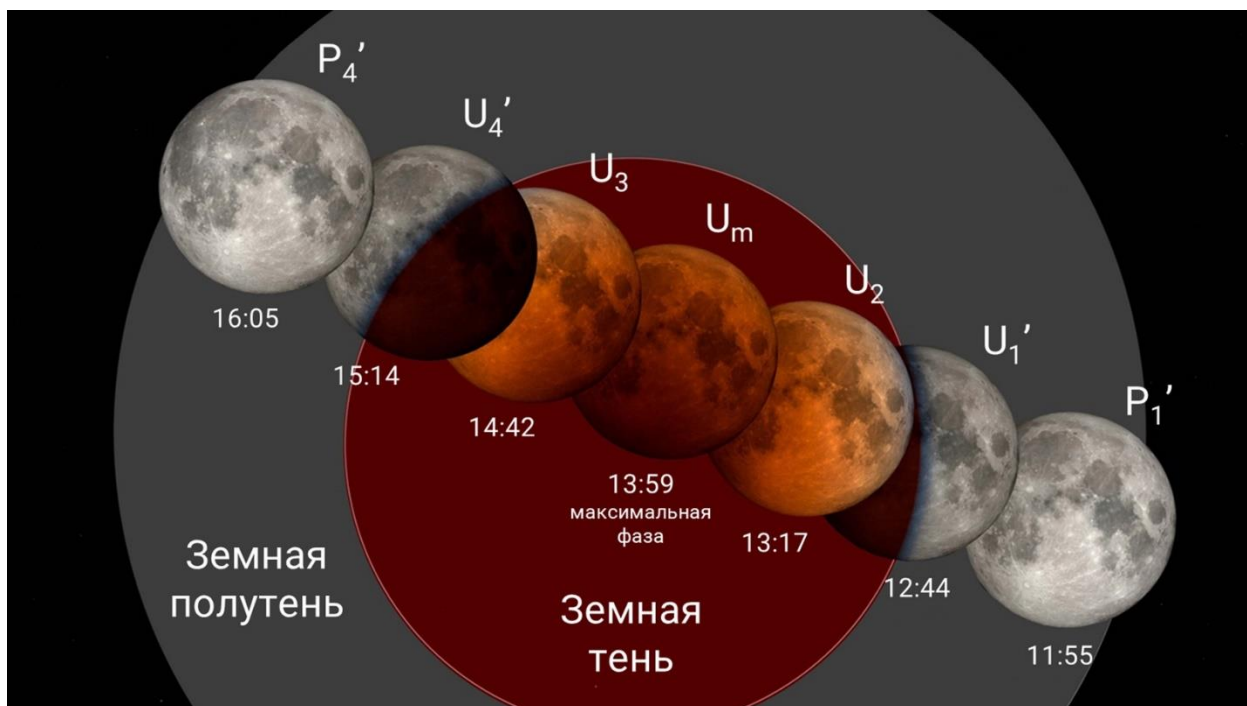
Фаза P1 была достигнута в момент $t_1 = 21$ час 01 мин, а P4 — в момент $t_2 = 01$ час 26 мин. Следовательно, продолжительность лунного затмения между фазами P1 и P4:

$$\Delta t = t_2 - t_1 = 265 \text{ мин.}$$

Задание № 5.2

Общее условие:

Дана схема лунного затмения, наблюдавшегося 8 ноября 2022 года, с указанием его основных фаз.



Условие:

Какой вид затмения наблюдали очевидцы этого феномена?

Ответ:

- ✓ Полное теневое
- Полное полутеневое
- Частное теневое
- Частное полутеневое
- Невозможно однозначно определить

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

В какие ближайшие даты (предшествующие или последующие) в принципе могло произойти лунное затмение?

Ответ:

- ☐ 24 октября 2022 года
- ✓ ☒ 16 мая 2022 года
- ☐ 7 января 2023 года
- ☐ 23 ноября 2022 года
- ☐ 28 октября 2023 года
- ✓ ☒ 5 мая 2023 года

За каждый верный ответ — 2 балла

За каждую ошибку снимается 2 балла

Условие:

Что обладает большей скоростью видимого перемещения по небосводу (относительно звёзд): Луна или тень от Земли?

Ответ:

- ☐ Тень от Земли
- ✓ ☒ Луна
- ☐ Невозможно однозначно определить

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

Определите продолжительность лунного затмения между фазами U2 и U3.
Ответ выразите в минутах.

Ответ: 85

Точное совпадение ответа — 4 балла

Максимальный балл за задание — 12

Решение по аналогии с заданием 5.1

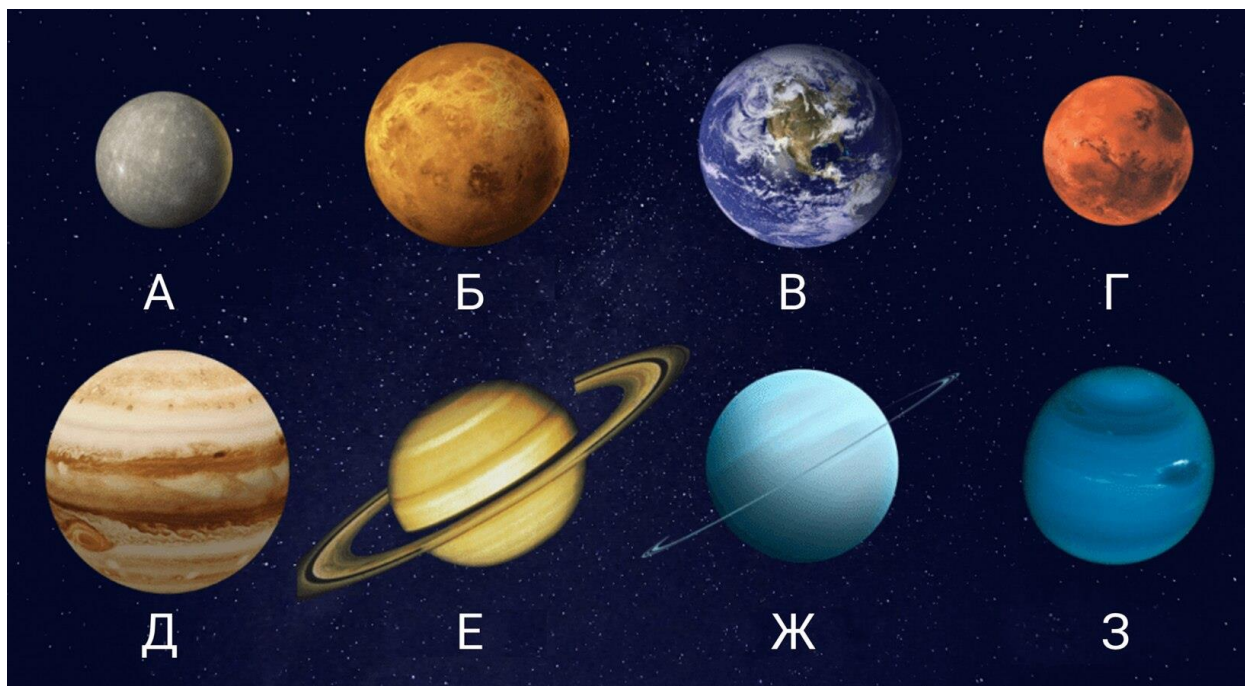
Задание № 6.1

Общее условие:

На рисунке представлены 8 крупнейших спутников классических планет Солнечной системы с указанием их названий и линейных диаметров. Здесь также для сравнения даны Меркурий и Плутон.



Ниже даны изображения 8 классических планет.



Условие:

Установите соответствие между спутниками и планетами, которым они принадлежат.

Ответ:

Ганимед	Планета Д
Титан	Планета Е
Каллисто	Планета Д
Ио	Планета Д
Луна	Планета В
Европа	Планета Д
Тритон	Планета З
Титания	Планета Ж

За каждую верную пару — 1 балл

Решение.

Ганимед, Каллисто, Ио и Европа являются крупнейшими спутниками Юпитера (планета Д). Титан — крупнейший спутник Сатурна, представленного на рисунке под буквой Е. Луна — спутник Земли (планета В). Тритон — спутник Нептуна (Планета З). Наконец, Титания является крупнейшим спутником Урана (планета Ж).

Условие:

Используя численные данные первого рисунка, определите, на сколько процентов радиус Ганимеда больше радиуса Меркурия. Ответ округлите до целых.

Ответ: засчитывается в диапазоне [7;8]

Точное совпадение ответа — 4 балла

Решение.

Диаметр Ганимеда составляет $D_G = 2R_G = 5268$ км, а диаметр Меркурия — $D_M = 2R_M = 4880$ км. Определим, на сколько процентов (η) радиус Ганимеда (R_G) больше радиуса Меркурия (R_M):

$$\eta = \frac{R_G - R_M}{R_M} \cdot 100 \% = \left(\frac{R_G}{R_M} - 1 \right) \cdot 100 \% = \left(\frac{D_G}{D_M} - 1 \right) \cdot 100 \% \approx 8 \%.$$

В качестве итогового ответа принимается число из интервала $[7; 8]$.

Условие:

Даны 9 различных фотографий: из них 8 представляют собой образы донной части 8 различных кухонных сковородок и лишь одна фотография передаёт образ спутника классической планеты. Выберите изображение спутника:

Ответ:



Точное совпадение ответа — 2 балла

Максимальный балл за задание — 14

Решение.

Используя предыдущие картинки задания, легко убедиться в том, что на первом изображении во втором ряду представлена Европа, спутник Юпитера.

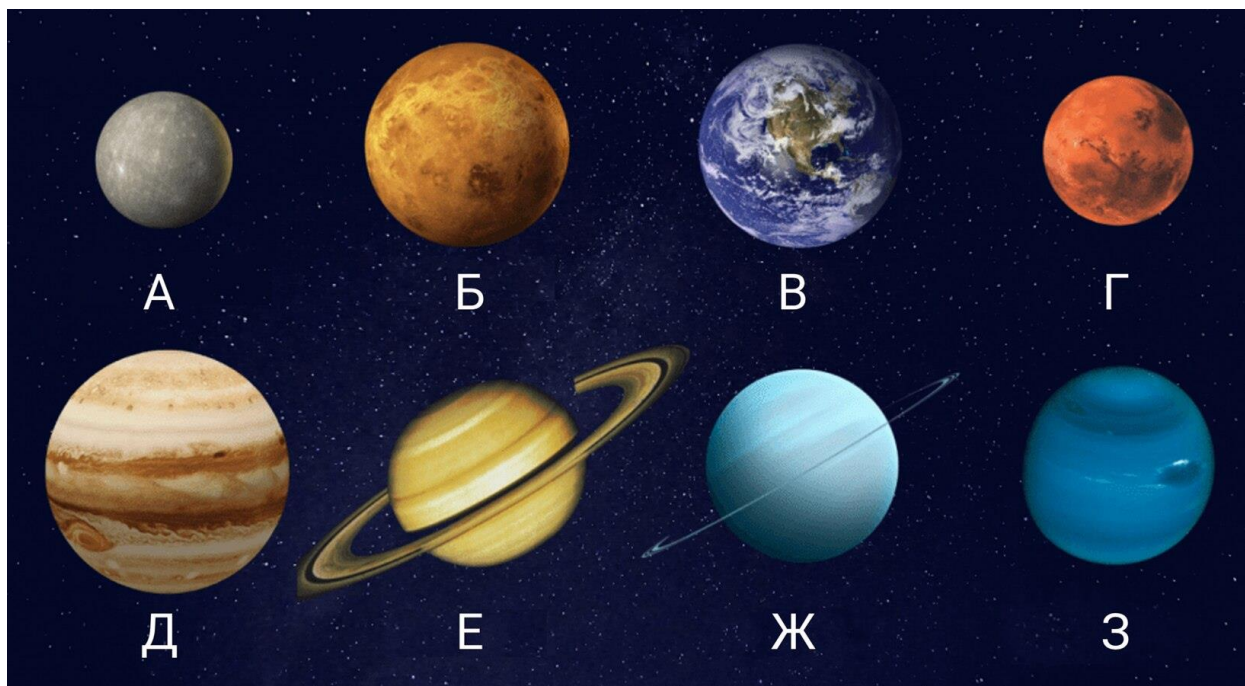
Задание № 6.2

Общее условие:

На рисунке представлены 8 крупнейших спутников классических планет Солнечной системы с указанием их названий и линейных диаметров. Здесь также для сравнения даны Меркурий и Плутон.



Ниже даны изображения 8 классических планет.



Условие:

Установите соответствие между спутниками и планетами, которым они принадлежат.

Ответ:

Ганимед	Планета Д
Титан	Планета Е
Каллисто	Планета Д
Ио	Планета Д
Луна	Планета В
Европа	Планета Д
Тритон	Планета З
Титания	Планета Ж

За каждую верную пару — 1 балл

Условие:

Используя численные данные первого рисунка, определите, на сколько процентов радиус Тритона больше радиуса Плутона. Ответ округлите до целых.

Ответ: засчитывается в диапазоне [12; 14]

Точное совпадение ответа — 4 балла

Условие:

Даны 9 различных фотографий: из них 8 представляют собой образы донной части 8 различных кухонных сковородок и лишь одна фотография передаёт образ спутника классической планеты. Выберите изображение спутника:

Ответ:



Точное совпадение ответа — 2 балла

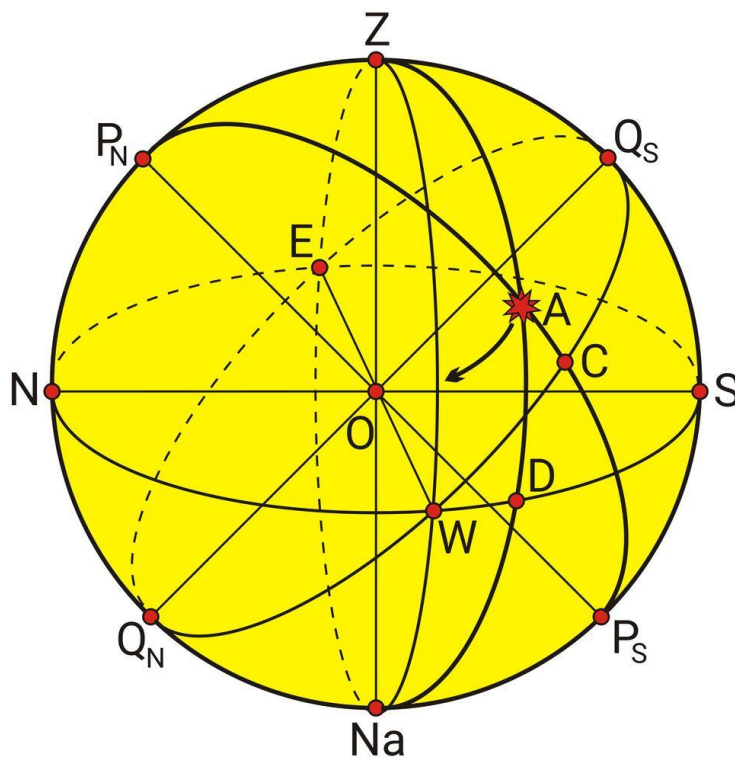
Максимальный балл за задание — 14

Решение по аналогии с заданием 6.1

Задание № 7.1

Общее условие:

На рисунке представлена небесная сфера и её основные точки, линии, круги для находящегося на широте ϕ жителя Северного полушария; стрелкой указано направление суточного движения звезды А.



Точки:

O – наблюдатель,
A – светило (звезда),
Z – зенит,
Na – надир,
N – север,
S – юг,
E – восток,
W – запад,
P_S – южный полюс мира,
P_N – северный полюс мира.

Линии:

EW – линия “восток-запад”,
ZNa – отвесная линия,
NS – полуденная линия,
P_NP_S – ось мира.

Круги:

WZENa – первый вертикал,
NESW – математический горизонт,
Q_SWQ_NE – небесный экватор,
ZANa – вертикал светила,
P_NAP_S – круг склонения светила,
NZSNa – небесный меридиан.

Условие:

В какой из представленных точек астрономический азимут (угловая координата) достигает своего минимального значения?

Ответ:

- ☐ Z
- ☐ P_N
- ☒ S

- ☐ N_a
- ☐ W
- ☐ Q_N

Точное совпадение ответа — 2 балла

Решение.

Как известно, азимут светила изменяется в пределах $[0^\circ, 360^\circ)$. Его отсчёт ведётся от точки юга (S) в направлении точки запада (W). Своего минимального значения азимут достигает в точке юга S.

Условие:

Вдоль какой прямой все наземные предметы отбрасывают свои тени в ясный полдень?

Ответ:

- ☐ ZNa
- ☐ $P_N P_S$
- ☒ NS
- ☐ $Q_N Q_S$
- ☐ EW

Точное совпадение ответа — 2 балла

Решение.

В сутки весеннего равноденствия Солнце перемещается вдоль дуги небесного экватора, при этом оно восходит в точке востока (E) и заходит в точке запада (W). В момент восхода Солнца свет распространяется вдоль прямой EW. Вдоль этой же прямой все предметы будут отбрасывать свои тени.

Условие:

Какие два больших круга будут совпадать друг с другом для наблюдателя, расположенного на географическом полюсе?

Ответ:

- ☐ $NZSNa$
- ☒ $Q_S W Q_N E$
- ☐ $WZENa$
- ☒ $NESW$

За каждый верный ответ — 2 балла

За каждую ошибку снимается 2 балла

Решение.

Для наблюдателя, расположенного на географическом полюсе, совпадают друг с другом небесный экватор $Q_S W Q_N E$ и математический горизонт $NESW$, поскольку высота видимого полюса мира равна модулю широты места наблюдения — 90° , т. е. полюс мира совпадает с зенитом, а отвесная линия совпадает с осью мира. Следовательно, небесный экватор должен совпасть с горизонтом.

Условие:

Какие горизонтальные координаты будет иметь экваториальная звезда в момент её верхней кульминации в точке Q_S , если широта места наблюдения $\phi = 45^\circ$? Ответ выразите в градусах, округлите до целых.

Ответ: высота 45° , азимут 0° .

Точное совпадение ответа — 4 балла

Максимальный балл за задание — 12

Решение.

В момент верхней кульминации экваториальная звезда будет располагаться в точке пересечения небесного экватора и небесного меридиана — QS.

Очевидно, что угол $\angle NOS = 180^\circ$. С другой стороны, его можно представить как $\angle NOS = \angle NOP_N + 90^\circ + \angle SOQS$, откуда высота точки QS будет

$$h_{QS} = \angle SOQ_S = \angle NOS - \angle NOP_N - 90^\circ = 90^\circ - \varphi = 45^\circ, \text{ где } \angle NOP_N = \varphi.$$

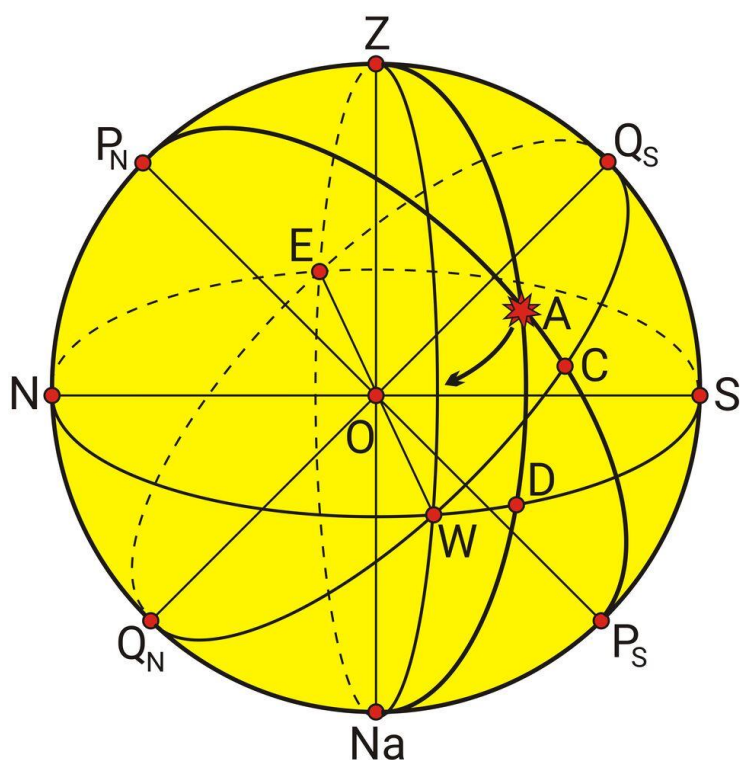
При записи последнего выражения учтён известный факт: высота полюса мира над горизонтом ($\angle NOP_N$) равна широте (ϕ) места наблюдения.

В момент верхней кульминации вертикал звезды совпадает с дугой небесного меридиана, проходящей через точку юга S. Азимут светила отсчитывается от точки юга вдоль математического горизонта. Значит, азимут звезды в данный момент будет равен нулю, т. е. 0° .

Задание № 7.2

Общее условие:

На рисунке представлена небесная сфера и её основные точки, линии, круги для находящегося на широте ϕ жителя Северного полушария; стрелкой указано направление суточного движения звезды А.



Точки:

O — наблюдатель,
A — светило (звезда),
Z — зенит,
Na — надир,
N — север,
S — юг,
E — восток,
W — запад,
P_S — южный полюс мира,
P_N — северный полюс мира.

Линии:

EW — линия “восток-запад”,
ZNa — отвесная линия,
NS — полуденная линия,
P_NP_S — ось мира.

Круги:

WZENa — первый вертикал,
NESW — математический горизонт,
Q_SWQ_NE — небесный экватор,
ZANa — вертикал светила,
P_NAP_S — круг склонения светила,
NZSNa — небесный меридиан.

Условие:

В какой из представленных точек склонение (угловая координата) достигает своего минимального значения?

Ответ:

- ☐ Z
- ☒ P_S
- ☐ S

- ☐ N_a
- ☐ Q_N
- ☐ Q_S

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

Вдоль какой прямой все наземные предметы отбрасывают свои тени на закате Солнца в ясный день равноденствия?

Ответ:

- ☐ ZNa
- ☐ $P_N P_S$
- ☐ NS
- ☐ $Q_N Q_S$
- ☒ EW

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

Какие два больших круга будут совпадать друг с другом для наблюдателя, расположенного на географическом экваторе?

Ответ:

- ☐ $NZSNa$
- ☒ $Q_S W Q_N E$
- ☒ $WZENa$
- ☐ $NESW$

За каждый верный ответ — 2 балла

За каждую ошибку снимается 2 балла

Условие:

Какие горизонтальные координаты будет иметь экваториальная звезда в момент её восхода в точке Е, если широта места наблюдения $\phi = 45^\circ$? Ответ выразите в градусах, округлите до целых.

Ответ: азимут 270° , высота 0° .

Точное совпадение ответа — 4 балла

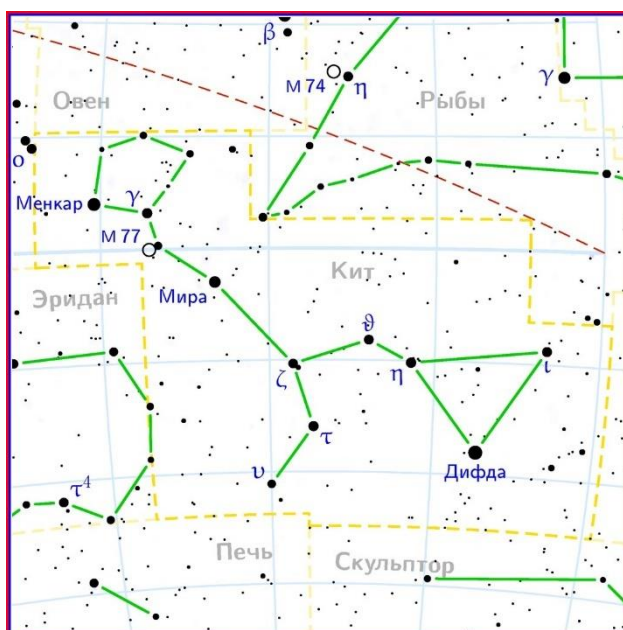
Максимальный балл за задание — 12

Решение по аналогии с заданием 7.1

Задание № 8.1

Общее условие:

Размеры созвездий принято характеризовать телесным углом (или угловой площадью, аналогом линейной площади). Так, созвездие Кита является четвёртым по угловой площади созвездием небосвода; его величина составляет 1231 квадратный градус. При этом оно содержит 170 звёзд, видимых невооружённым глазом.



Условие:

Определите среднюю поверхностную концентрацию звёзд, видимых невооружённым глазом, в этом созвездии. Ответ выразите в количестве звёзд на квадратный градус, округлите до тысячных.

Примечание. Средней поверхностной концентрацией звёзд называется отношение количества звёзд к телесному углу участка небосвода, который они занимают.

Ответ: засчитывается в диапазоне [0.133; 0.143]

Точное совпадение ответа — 3 балла

Решение.

Согласно определению, среднюю поверхностную концентрацию звёзд можно определить по формуле:

$$n_S = \frac{N_S}{\Omega} = \frac{170 \text{ звёзд}}{1231 \text{ кв. град}} = 0.138 \text{ звёзд/кв. град},$$

где $N_S = 170$ — количество звёзд, видимых невооружённым глазом в данном созвездии; $\Omega = 1231$ кв. град. — телесный угол (угловая площадь), соответствующий данному созвездию. В качестве ответа на первый вопрос задачи принимается значение из интервала $[0.133; 0.143]$.

Условие:

Сколько (в среднем) таких звёзд поместится в одном кадре фотоаппарата, если его поле зрения равно 120 квадратным градусам? Ответ представьте целым числом.

Ответ: засчитывается в диапазоне $[15; 17]$

Точное совпадение ответа — 4 балла

Максимальный балл за задание — 7

Решение.

Среднее количество звёзд, видимых невооружённым глазом, которые смогут поместиться в одном кадре фотоаппарата при условии, что его поле зрения — $\Omega_{\text{об}} = 120$ квадратных градусов, можно записать так:

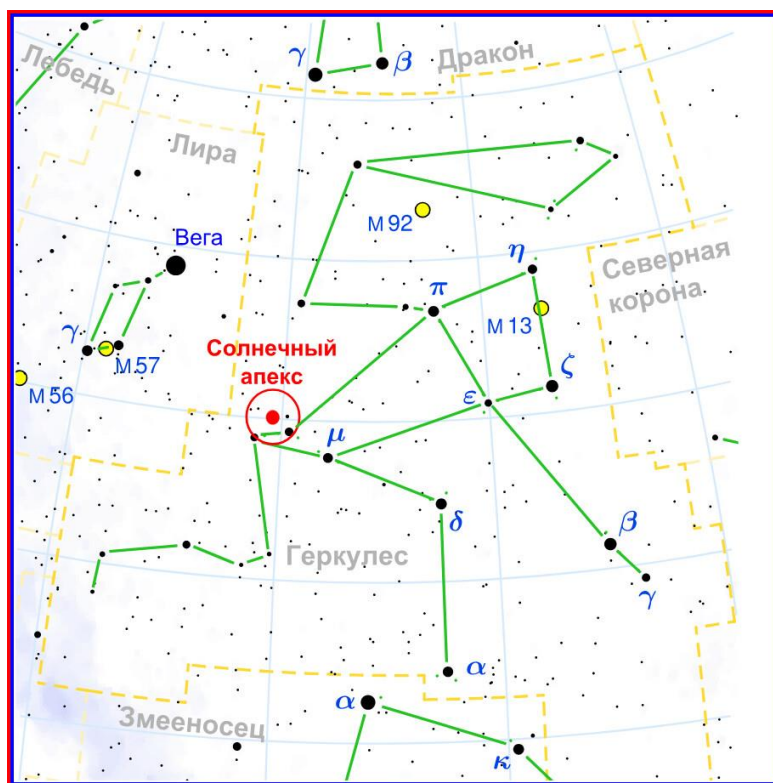
$$\bar{N}_S^{ob} = [n_S \cdot \Omega_{\text{об}}] = 16 \text{ звёзд}.$$

Здесь квадратными скобками указана операция взятия целой части. В качестве ответа на второй вопрос задачи принимается значение из интервала $[15; 17]$.

Задание № 8.2

Общее условие:

Размеры созвездий принято характеризовать телесным углом (или угловой площадью, аналогом линейной площади). Так, созвездие Геркулеса является пятым по угловой площади созвездием небосвода; его величина составляет 1225 квадратных градусов. При этом оно содержит 235 звёзд, видимых невооружённым глазом.



Условие:

Определите среднюю поверхностную концентрацию звёзд, видимых невооружённым глазом, в этом созвездии. Ответ выразите в количестве звёзд на квадратный градус, округлите до тысячных.

Примечание. Средней поверхностной концентрацией звёзд называется отношение количества звёзд к телесному углу участка небосвода, который они занимают.

Ответ: засчитывается в диапазоне [0.187; 0.197]

Точное совпадение ответа — 3 балла

Условие:

Сколько (в среднем) таких звёзд поместится в одном кадре фотоаппарата, если его поле зрения равно 240 квадратным градусам? Ответ округлите до целых.

Ответ: засчитывается в диапазоне [44; 47]

Точное совпадение ответа — 4 балла

Максимальный балл за задание — 7

Решение по аналогии с заданием 8.1

Задание № 9.1

Условие:

В августе 2003 года состоялось великое противостояние Марса, при котором расстояние между Землёй и Красной планетой достигло минимального значения — 55.79 млн км. В этот момент поверхность планеты активно исследовала американская орбитальная станция Mars Odyssey. Определите минимальный промежуток времени от момента послышки радиосигнала с поверхности Земли к станции и до момента приёма ответного радиосигнала на Земле, если время приёма и обработки сигнала, выполнения поставленной задачи, формирования ответного сигнала и отправки его на Землю аппаратурой станции составляло 3.8 минуты. Ответ выразите в минутах, округлите до десятых. Скорость распространения радиоволн в космосе составляет 300000 км/с.

Ответ: засчитывается в диапазоне [9.9; 10.1]

Точное совпадение ответа — 5 баллов

Максимальный балл за задание — 5

Решение.

Минимальный промежуток времени от момента послышки радиосигнала с поверхности Земли к станции и до момента приёма ответного радиосигнала на Земле можно определить по формуле:

$$\tau_d = \frac{2 \cdot \Delta}{c} + \tau_0 = \frac{2 \cdot 55.79 \cdot 10^6 \text{ км}}{3 \cdot 10^5 \text{ км/с}} + 3.8 \text{ мин} = 6.2 \text{ мин} + 3.8 \text{ мин} = 10.0 \text{ мин.}$$

Здесь $\Delta = 55.79$ млн км — расстояние между Землёй и Марсом в эпоху великого противостояния последнего, $c = 300000$ км/с — скорость света в вакууме. В качестве ответа на вопрос задачи принимается значение из интервала [9.9; 10.1].

Задание № 9.2

Условие:

В июле 2018 года состоялось великое противостояние Марса, при котором расстояние между Землёй и Красной планетой достигло минимального значения — 57.77 млн км. В этот момент поверхность планеты активно исследовала американская орбитальная станция Mars Odyssey. Определите минимальный промежуток времени от момента послышки радиосигнала с поверхности Земли к станции и до момента приёма ответного радиосигнала на Земле, если время приёма и обработки сигнала, выполнения поставленной задачи, формирования ответного сигнала и отправки его на Землю аппаратурой станции составляло 2.6 минуты. Ответ выразите в минутах, округлите до десятых. Скорость распространения радиоволн в космосе составляет 300000 км/с.

Ответ: засчитывается в диапазоне [8.9; 9.1]

Точное совпадение ответа — 5 баллов

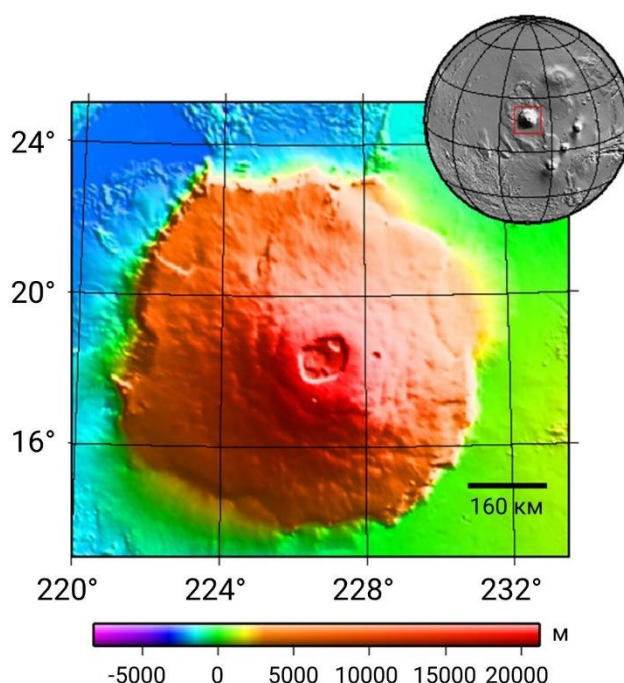
Максимальный балл за задание — 5

Решение по аналогии с заданием 9.1

Задание № 10

Условие:

На рисунке представлена форма рельефа (потухший вулкан) поверхности некоторой классической планеты. По горизонтальной оси указана планетоцентрическая долгота (в градусах), по вертикальной — планетоцентрическая широта (в градусах). Используя лишь данный рисунок и линейку, ответьте на вопросы.



Условие:

В каком полушарии планеты располагается данная форма рельефа? Следует полагать, что сетка планетоцентрических координат определяется аналогично географической.

Ответ:

- ☐ Южное
- ☒ Северное
- ☐ Невозможно определить

Точное совпадение ответа — 2 балла

Решение.

Поскольку сетка планетоцентрических координат определяется аналогично географической, а широта вулкана на рисунке определяется положительной величиной, вулкан располагается в северном полушарии планеты.

Условие:

Оцените радиус этой классической планеты. Ответ выразите в километрах, округлите до целых.

Ответ: засчитывается в диапазоне [3800; 4800]

Точное совпадение ответа — 5 баллов

Максимальный балл за задание — 7

Решение.

Радиус планеты можно оценить с помощью следующей методики. Прежде всего, определим длину ℓ заключённой между двумя дугами параллелей части меридиана, протяжённость которой в градусах равна 4, и выразим в километрах. Для этого с помощью линейки на рисунке измеряем данную часть меридиана (55 мм), а также длину отрезка (с указанием «160 км»), задающего линейный масштаб μ изображения (29 мм). Далее составляем пропорцию:

$$\begin{cases} \mu \rightarrow 29 \text{ мм} \\ \ell \rightarrow 55 \text{ мм} \end{cases} \Rightarrow \ell = \frac{55}{29} \cdot \mu = \frac{55}{29} \cdot 160 \text{ км} = 303.4 \text{ км}$$

Поскольку длина меридиана L соответствует его дуге в 360° , а отрезок длины ℓ соответствует дуге в 4° , длина всего меридиана в 90 раз больше отрезка ℓ , т. е. $L = 90 \cdot \ell$. Длину меридиана L и радиус планеты $\mathcal{R}_p$ можно связать формулой вида:

$$L = 2\pi\mathcal{R}_p \Rightarrow \mathcal{R}_p = \frac{L}{2\pi} = \frac{90 \cdot \ell}{2\pi} = 4346 \text{ км.}$$

В качестве ответа на вопрос задачи принимается значение из интервала [3800; 4800]. Отметим, что расчёты радиуса планеты можно было провести

и с помощью параллелей, но для расчёта длин последних необходимо было бы дополнительно использовать планетоцентрическую широту.

Разбор заданий школьного этапа ВсОШ по астрономии
для 10-11 классов

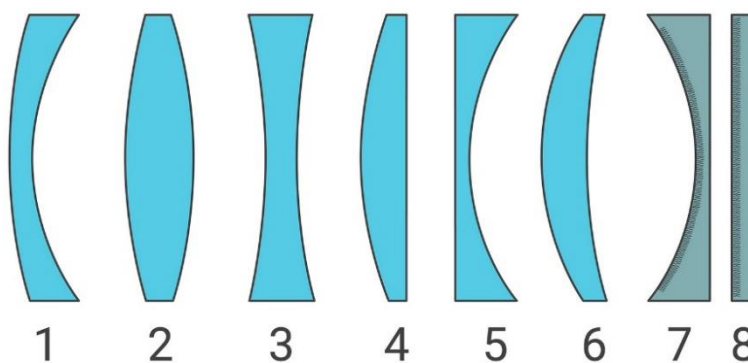
2024/25 учебный год

Максимальное количество баллов — 100

Задание № 1.1

Общее условие:

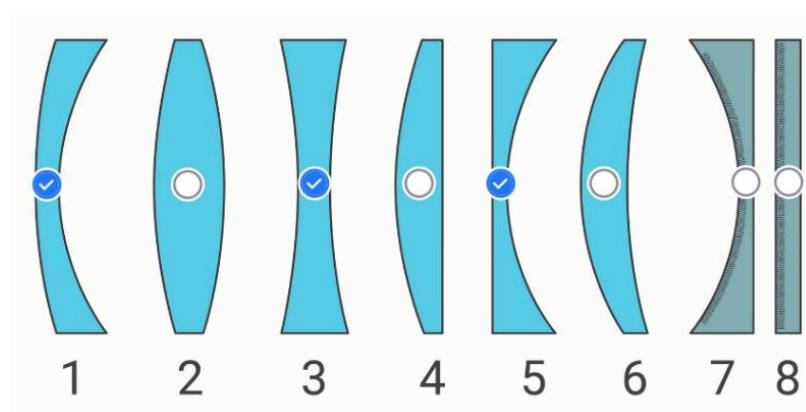
На рисунке представлены линзы двух типов (1–6), сферическое вогнутое зеркало (7) и плоское зеркало (8).



Условие:

Какие из представленных линз являются рассеивающими?

Ответ:



За каждый верный ответ — 1 балл

За каждую ошибку снимается 1 балл

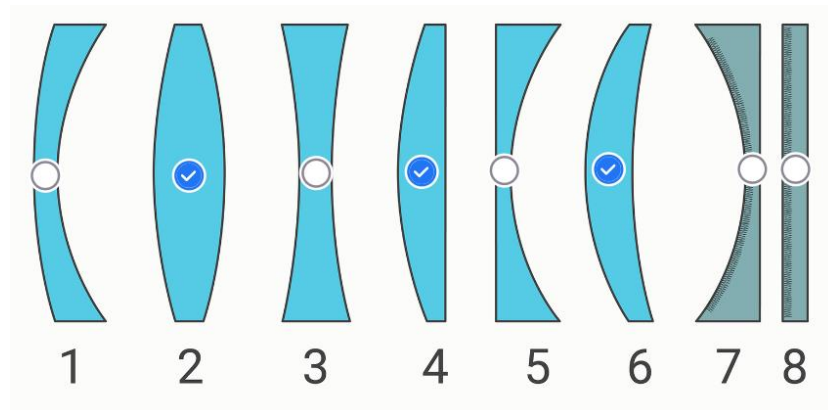
Решение.

Линзы с номерами 1, 3, 5 являются рассеивающими, поскольку у рассеивающих линз толщина центральной части всегда меньше толщины периферийной части.

Условие:

С помощью каких линз в ясную солнечную погоду можно разжечь костёр без спичек?

Ответ:



За каждый верный ответ — 1 балл

За каждую ошибку снимается 1 балл

Решение.

В ясную солнечную погоду можно поджечь костёр без спичек с помощью собирающих линз (2, 4, 6), поскольку последние способны аккумулировать всю солнечную энергию, падающую на их фронтальную поверхность, в одну точку, называемую фокусом. Это приводит к интенсивному разогреву вещества для розжига костра (например, бумаги). Температура его поверхности превышает температуру воспламенения, в результате чего вещество загорается.

Условие:

Составной частью объектива каких оптических телескопов могут выступать линзы (1–6)?

Ответ:

- Телескопы-рефлекторы
- ✓ Телескопы-рефракторы
- ✓ Телескопы катадиоптрические

За каждый верный ответ — 1 балл

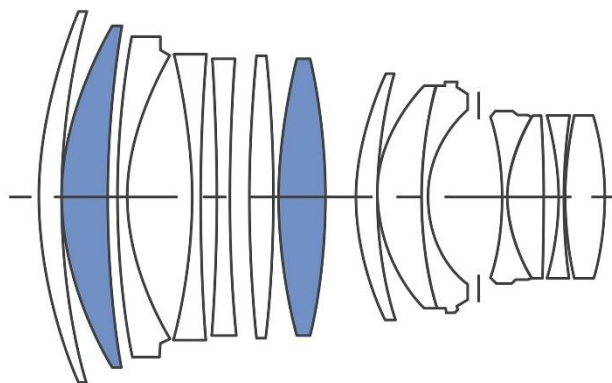
За каждую ошибку снимается 1 балл

Решение.

Составной частью объективов могут выступать линзы (1-6) как в случае рефракторов, так и в случае катадиоптрических телескопов.

Условие:

Дана оптическая схема одного из лучших современных фотообъективов для съёмки звёздного неба. Определите количество линз с оптической силой больше нуля, составляющих оптический тракт этого объектива.



Ответ: 8

Точное совпадение ответа — 2 балла

Максимальный балл за задание — 10

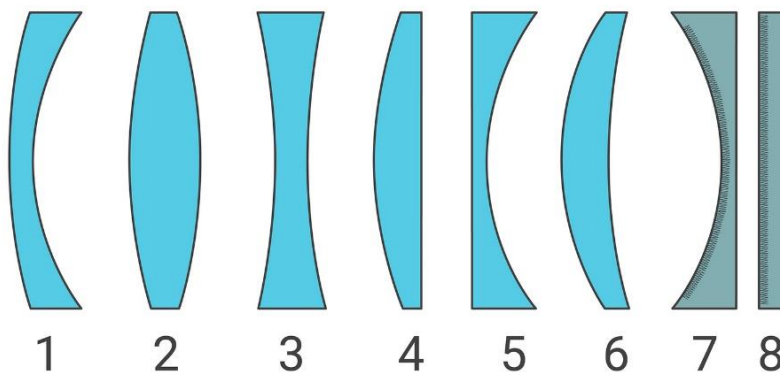
Решение.

Оптическая сила больше нуля у собирающих линз. Толщина их центральной части всегда больше толщины периферийной части. Нетрудно убедиться прямым подсчетом, что оптический тракт представленного объектива содержит 8 собирающих линз.

Задание № 1.2

Общее условие:

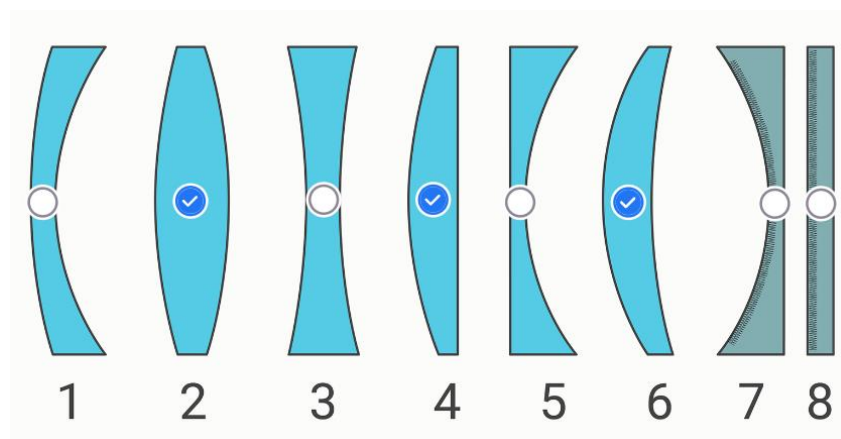
На рисунке представлены линзы двух типов (1–6), сферическое вогнутое зеркало (7) и плоское зеркало (8).



Условие:

Какие из представленных линз являются собирающими?

Ответ:



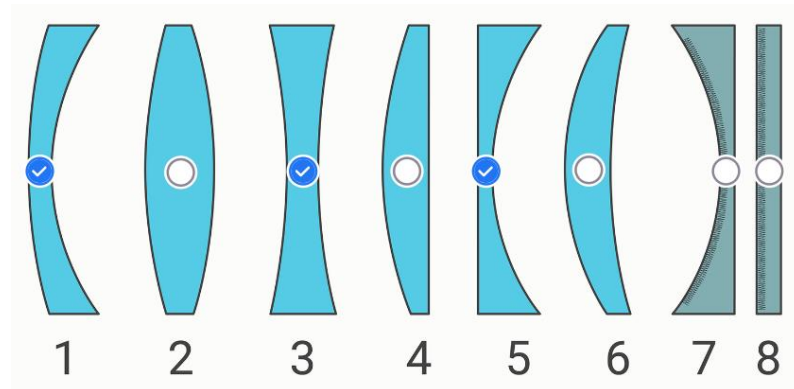
За каждый верный ответ — 1 балл

За каждую ошибку снимается 1 балл

Условие:

С помощью каких линз в ясную солнечную погоду невозможно разжечь костёр без спичек?

Ответ:



За каждый верный ответ — 1 балл

За каждую ошибку снимается 1 балл

Условие:

Для оптических телескопов каких видов составной частью их объективов может выступать вогнутое сферическое зеркало (7)?

Ответ:

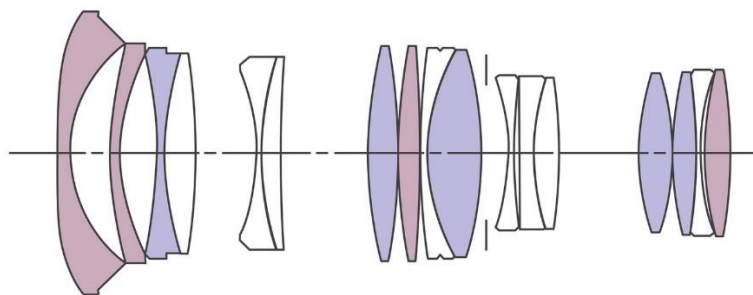
- ✓ Телескопы-рефлекторы
- Телескопы-рефракторы
- ✓ Телескопы катадиоптрические

За каждый верный ответ — 1 балл

За каждую ошибку снимается 1 балл

Условие:

Дана оптическая схема одного из лучших современных фотообъективов для съёмки звёздного неба. Определите количество линз с оптической силой больше нуля, составляющих оптический тракт этого объектива.



Ответ: 8

Точное совпадение ответа — 2 балла

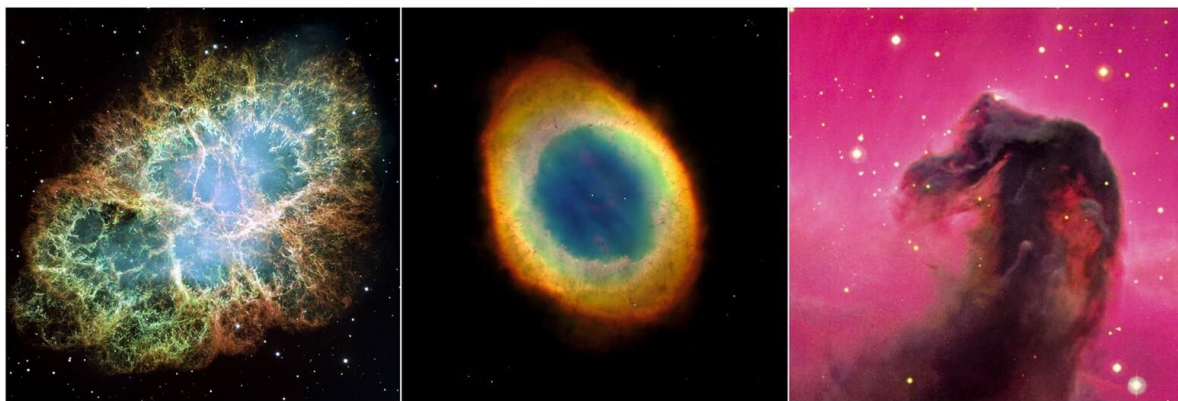
Максимальный балл за задание — 10

Решение по аналогии с заданием 1.1

Задание № 2.1

Общее условие:

Даны фотографии ярчайших представителей трёх типов туманностей, наблюдаемых в нашей Галактике.



А

Б

В

Условие:

Установите соответствие между изображениями туманностей и их типами.

Ответ:

Туманность А	Диффузная туманность
Туманность Б	Планетарная туманность
Туманность В	Тёмная туманность

За каждую верную пару — 1 балл

Решение.

Очевидно, туманность А имеет клочковатую, неправильную форму, испускает собственный свет. Такую туманность принято называть светлой диффузной туманностью.

Туманность Б имеет форму, близкую к сферической, компактные размеры, напоминает собой далёкую планету. Такие туманности традиционно называют планетарными.

Туманность В имеет неправильную клочковатую форму, являющуюся тёмным сгустком газа и пыли на фоне более далеких светлых туманностей. Такие туманности традиционно называют тёмными.

Условие:

Какая из представленных туманностей образовалась в результате взрыва сверхновой звезды?

Ответ:

- ✓ Туманность А
- Туманность Б
- Туманность В
- Невозможно определить, поскольку у каждой туманности своя судьба

Точное совпадение ответа — 2 балла

Решение.

В результате взрыва сверхновой звезды образуется подкласс диффузных туманностей, называемых *остатками сверхновых*. К таким относится туманность А.

Условие:

Изображение какой туманности соответствует типу, представители которого могут простираются в Галактике на сотни парсеков и иметь массу, равную миллионам масс Солнца?

Ответ:

- Туманность А

- Туманность Б
- ✓ Туманность В
- Невозможно определить, поскольку у каждой туманности своя судьба

Точное совпадение ответа — 2 балла

Максимальный балл за задание — 7

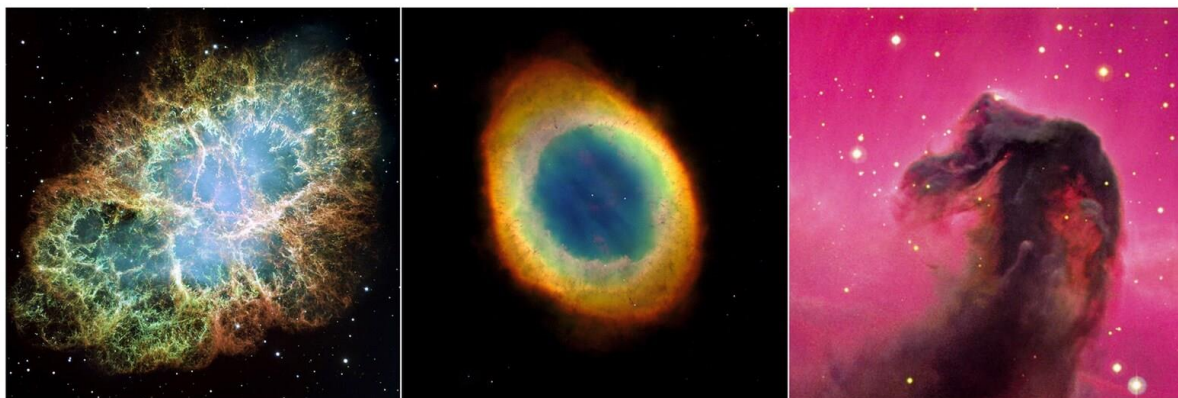
Решение.

Тёмные туманности, такие как туманность В, часто являются протяжёнными молекулярными облаками, простирающимися на сотни парсеков. Масса таких гигантских облаков может измеряться миллионами масс Солнца.

Задание № 2.2

Общее условие:

Даны фотографии ярчайших представителей трёх типов туманностей, наблюдаемых в нашей Галактике.



А

Б

В

Условие:

Установите соответствие между изображениями туманностей и их типами.

Ответ:

Туманность А	Диффузная туманность
Туманность Б	Планетарная туманность
Туманность В	Тёмная туманность

За каждую верную пару — 1 балл

Условие:

На какую из них будет похожа туманность, которую породит наше Солнце на финальной стадии своей эволюции, через 6 млрд лет?

Ответ:

- Туманность А

- ✓ Туманность Б
- Туманность В
- Невозможно определить, поскольку у каждой туманности своя судьба

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

Изображение какой туманности соответствует типу, представители которого испытывают сферически асимметричное расширение в пространстве со скоростью порядка 10^3 – $3 \cdot 10^4$ км/с и состоят из раскалённой плазмы с температурой 10^4 – 10^6 К?

Ответ:

- ✓ Туманность А
- Туманность Б
- Туманность В
- Невозможно определить, поскольку у каждой туманности своя судьба

Точное совпадение ответа — 2 балла

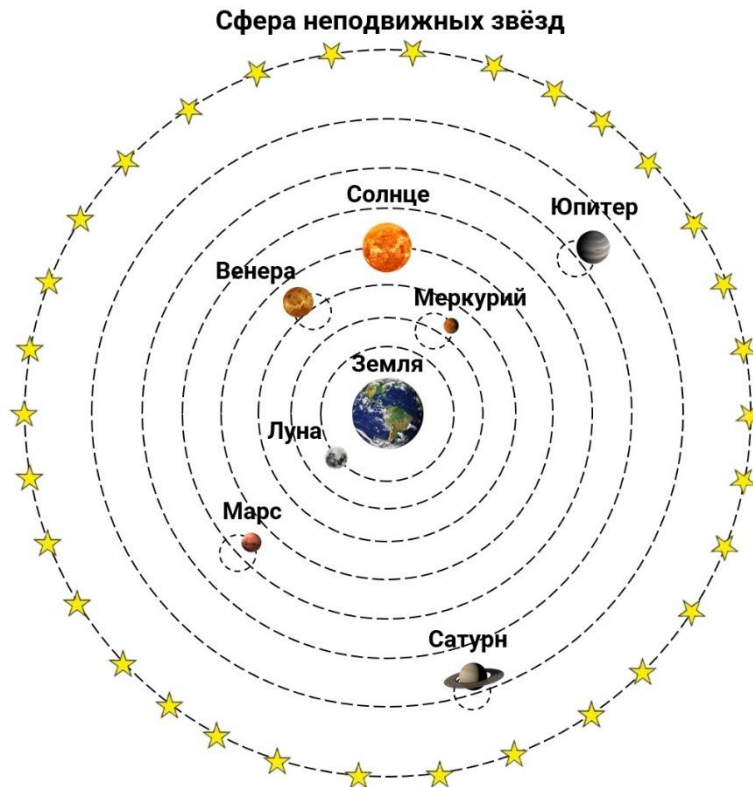
Максимальный балл за задание — 7

Решение по аналогии с заданием 2.1

Задание № 3.1

Общее условие:

Дана схема геоцентрической системы мира по Птолемею.



Условие:

Какие предположения принимались Птолемеем в качестве постулатов (утверждений без доказательств) в геоцентрической системе мира?

Ответ:

- ✓ Земля шарообразна
- Земля является плоским круглым диском
- ✓ Сфера неподвижных звёзд значительно удалена от Земли
- ✓ Движение небесных тел имеет равномерный и круговой характер
- Движение небесных тел совершается с переменным ускорением
- ✓ Земля неподвижна и расположена в центре Вселенной

- У Вселенной существуют одновременно два центра, в которых находятся Земля и Солнце

За каждый верный ответ — 1 балл

За каждую ошибку снимается 1 балл

Решение.

В качестве постулатов (утверждений без доказательств) в геоцентрической системе мира Птолемеем принимались следующие предположения: шарообразность Земли; колоссальная удалённость сферы звёзд от Земли; равномерность и круговой характер движений небесных тел; Земля неподвижна и расположена в центре Вселенной.

Условие:

Как в теории Птолемея назывались большие окружности, по которым непосредственно вокруг Земли обращались Солнце, планеты и Луна?

Ответ:

- Эксцентриситеты
- Байонеты
- ✓ Деференты
- Эпициклы
- Экванты
- Апексы

Точное совпадение ответа — 2 балла

Решение.

Большие окружности, по которым непосредственно вокруг Земли обращались Солнце, планеты и Луна, в теории Птолемея назывались деферентами.

Условие:

По какому критерию располагались небесные тела в порядке удалённости от Земли?

Ответ:

- В порядке возрастания масс небесных тел
- В порядке возрастания размеров небесных тел
- ✓ В порядке возрастания периода обращения небесных тел относительно небесной сферы
- В порядке возрастания температуры поверхности небесных тел

Точное совпадение ответа — 2 балла

Решение.

Порядок удалённости небесных тел от Земли определялся их периодом обращения относительно небесной сферы: чем больше был этот период, тем дальше располагалось это тело от Земли.

Условие:

Описание движения (в приближении круговых орбит) каких небесных тел **НЕ** требовало обязательного введения эпицикла?

Ответ:

- ✓ Солнца
- ✓ Луны
- Меркурия
- Венеры
- Марса
- Юпитера
- Сатурна

За каждый верный ответ — 2 балла

За каждую ошибку снимается 2 балла

Максимальный балл за задание — 12

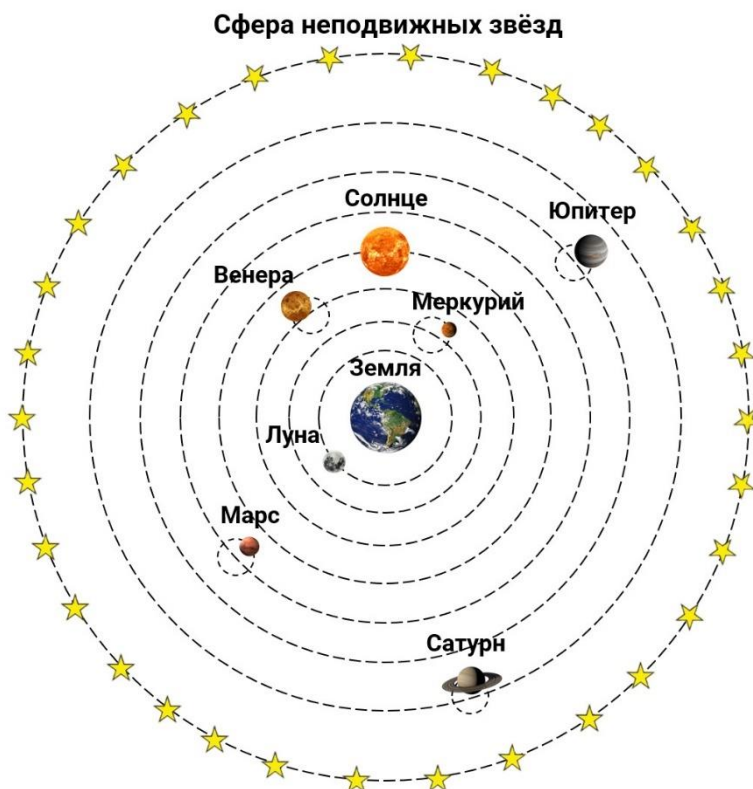
Решение.

Введение Птолемеем малых окружностей, называемых эпициклами, было продиктовано двумя основными причинами: 1) неравномерностью видимого движения планет по небосводу и 2) петлеобразным движением планет. В приближении круговых орбит движение должно быть равномерным. Следовательно, эпициклы нужны только для тех объектов, которые способны совершать петлеобразные движения — планеты. Солнце и Луна не имеют петлеобразных движений, значит, для данных тел эпициклы не нужны.

Задание № 3.2

Общее условие:

Дана схема геоцентрической системы мира по Птолемею.



Условие:

Какие предположения принимались Птолемеем в качестве постулатов (утверждений без доказательств) в геоцентрической системе мира?

Ответ:

- Земля является плоским круглым диском
- ✓ Сфера неподвижных звёзд значительно удалена от Земли
- ✓ Земля шарообразна
- ✓ Движение небесных тел имеет равномерный и круговой характер
- ✓ Земля неподвижна и расположена в центре Вселенной

- У Вселенной существуют одновременно два центра, в которых находятся Земля и Солнце
- Движение небесных тел совершается с переменным ускорением

За каждый верный ответ — 1 балл

За каждую ошибку снимается 1 балл

Условие:

Как в теории Птолемея назывались малые окружности, по которым непосредственно двигались небесные тела, центры которых совершали движения по большим окружностям вокруг Земли?

Ответ:

- Эксцентриситеты
- Байонеты
- Деференты
- ✓ Эпициклы
- Экванты
- Апексы

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

Какая главная причина необходимости введения Птолемеем малых окружностей?

Ответ:

- Птолемея был сторонником школы пифагорейцев, где окружность являлась «кривой от Бога»; введение новых окружностей стало гарантом незыблемости репутации его системы мира и непоколебимости веры в неё
- Птолемея просто любил рисовать окружности

- ✓ Введение малых окружностей позволяло описать неравномерность движения светил и их попятный характер движения
- Птолемей проводил аналогию между устройством Вселенной и устройством механических часов, в которых много разных движущихся «колёсиков»; планеты также находятся в непрерывном движении относительно сферы звёзд, значит, и у планет этих «колёсиков» должно быть много!

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

Описание движения (в приближении круговых орбит) каких небесных тел из представленных на рисунке **НЕ** требовало обязательного введения малых окружностей?

Ответ:

- Меркурия
- ✓ Луны
- Венеры
- Марса
- ✓ Солнца
- Юпитера
- Сатурна

За каждый верный ответ — 2 балла

За каждую ошибку снимается 2 балла

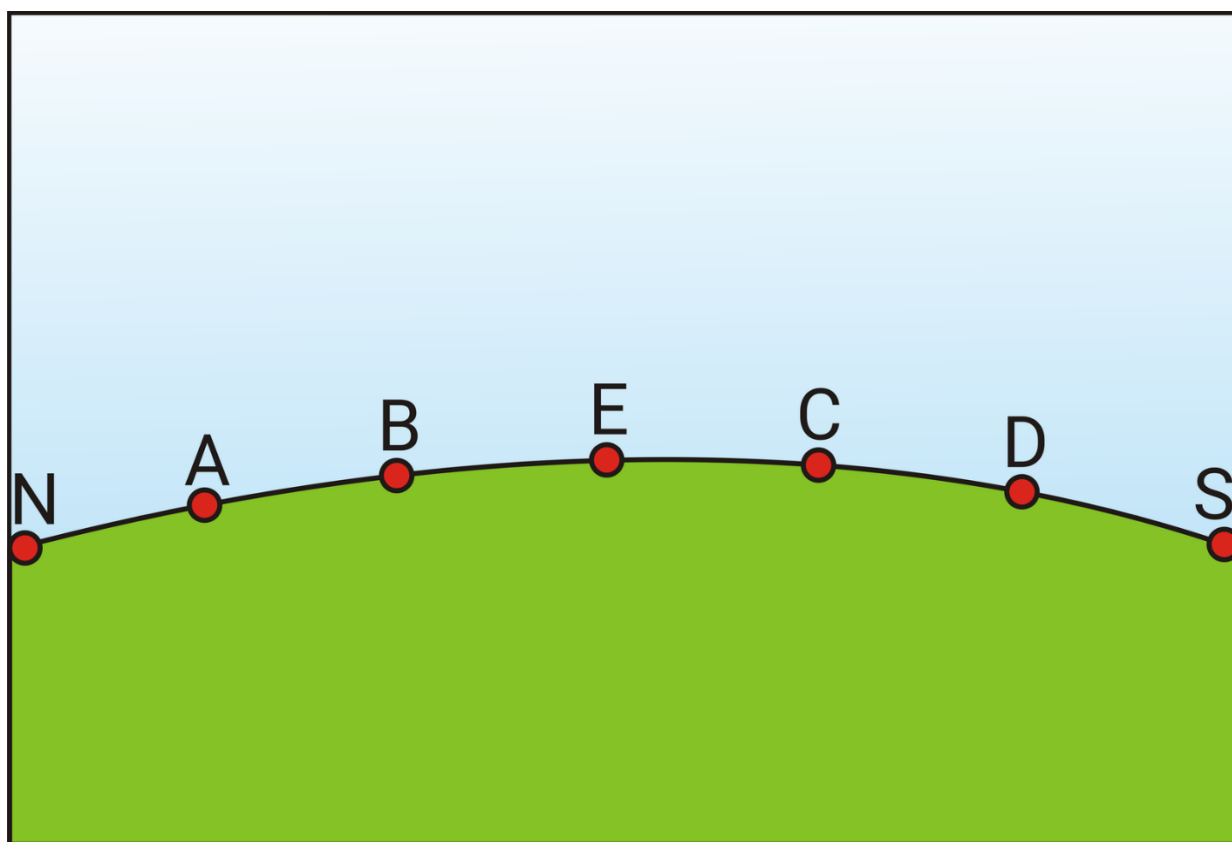
Максимальный балл за задание — 12

Решение по аналогии с заданием 3.1

Задание № 4.1

Общее условие:

На рисунке представлена восточная часть математического горизонта для жителя северного географического полушария с указанием сторон света: севера (N), юга (S), востока (E) — и четырёх точек восхода Солнца: A, B, C, D, достигаемых им в разные моменты года. При этом две из них — A и D — являются пограничными.



Условие:

Установите соответствие между точкой математического горизонта и днём, в который в этой точке восходит Солнце.

Ответ:

День осеннего равноденствия	Е
День зимнего солнцестояния	Д
Самый продолжительный день года в данной точке поверхности Земли	А
25 апреля каждого года	В

За каждую верную пару — 1 балл

Решение.

В день осеннего равноденствия Солнце совершает своё суточное движение по дуге небесного экватора, значит, оно восходит в точке востока (Е) и заходит в точке запада (W).

В день зимнего солнцестояния Солнце совершает своё суточное движение вдоль суточной параллели с минимально возможным отрицательным склонением. Эта суточная параллель должна пересекать математический горизонт в точке, наиболее близкой к точке юга (S), т. е. в точке Д.

Самый продолжительный день года для жителей северного географического полушария наступает в сутки летнего солнцестояния, когда Солнце движется по суточной параллели, пересекающей математический горизонт в точке, наиболее близкой к точке севера (N), т. е. в точке А.

25 апреля каждого года Солнце имеет склонение, существенно большее нуля, но значительно меньшее максимального возможного значения. Значит, Солнце в эти сутки должно восходить в точке, расположенной между точками А и Е, т. е. в точке В.

Условие:

Определите продолжительность τ_d дня в сутки, когда Солнце восходит в точке В:

Ответ:

- ☐ $\tau_d = 0^{\text{ч}}$
- ☐ $0^{\text{ч}} < \tau_d < 12^{\text{ч}}$
- ☐ $\tau_d = 12^{\text{ч}}$
- ☒ $12^{\text{ч}} < \tau_d < 24^{\text{ч}}$
- ☐ $\tau_d = 24^{\text{ч}}$
- ☐ Невозможно определить

Точное совпадение ответа — 2 балла

Решение.

Если Солнце восходит в точке В, то его склонение больше нуля. Продолжительность дня должна быть больше 12, но меньше 24 часов, поскольку часть суток Солнце проводит под горизонтом.

Условие:

Какой знак имеет склонение Солнца в тот момент, когда оно восходит в точке D?

Ответ:

- ☐ Знак «+»
- ☒ Знак «-»
- ☐ Невозможно однозначно определить

Точное совпадение ответа — 2 балла

Максимальный балл за задание — 8

Решение.

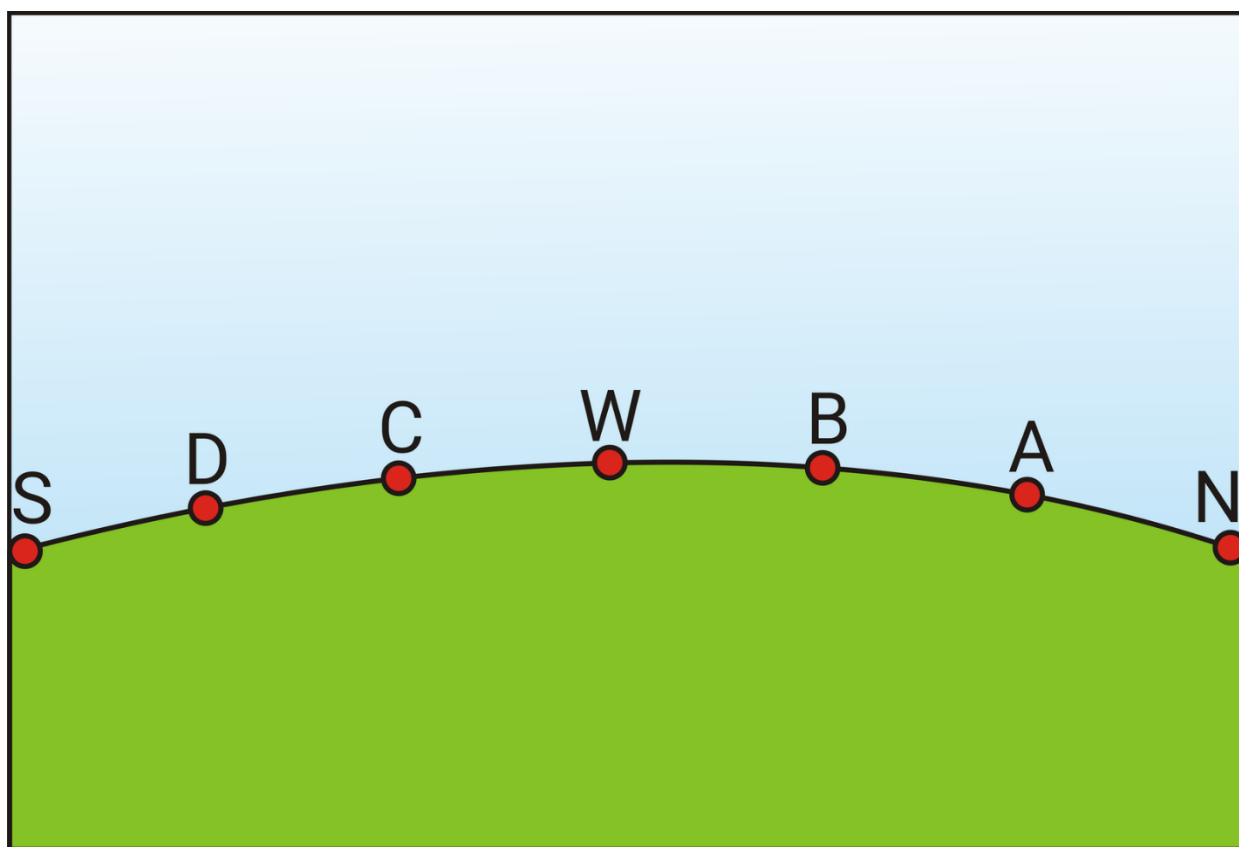
Если какое-либо светило восходит на юго-востоке (т. е. между точками востока (E) и юга (S), что как раз соответствует точке D), то его склонение будет отрицательным, поскольку суточная параллель такого светила расположена ближе к южному полюсу мира, а значит, расположена в южной

полусфере небосвода, где склонение по определению меньше нуля. Значит, знак склонения Солнца в момент восхода в точке В был «-».

Задание № 4.2

Общее условие:

На рисунке представлена западная часть математического горизонта для жителя северного географического полушария с указанием сторон света: севера (N), юга (S), запада (W) — и четырёх точек захода Солнца: A, B, C, D, достигаемых им в разные моменты года. При этом две из них — A и D — являются пограничными.



Условие:

Установите соответствие между точкой математического горизонта и днём, в который в этой точке заходит Солнце.

Ответ:

День осеннего равноденствия	W
День зимнего солнцестояния	D
Самый продолжительный день года в данной точке поверхности Земли	A
29 октября каждого года	C

За каждую верную пару — 1 балл

Условие:

Определите продолжительность τ_d дня в сутки, когда Солнце заходит в точке C:

Ответ:

- ☐ $\tau_d = 12^h$
- ☐ $\tau_d = 0^h$
- ☐ $12^h < \tau_d < 24^h$
- ☐ $\tau_d = 24^h$
- ☒ $0^h < \tau_d < 12^h$
- ☐ Невозможно определить

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

Какой знак имеет склонение Солнца в тот момент, когда оно восходит в точке B?

Ответ:

- ☒ Знак «+»
- ☐ Знак «-»
- ☐ Невозможно однозначно определить

Точное совпадение ответа — 2 балла

Максимальный балл за задание — 8

Решение по аналогии с заданием 4.1

Задание № 5.1

Общее условие:

Дана схема лунного затмения, наблюдавшегося с территории России 28 октября 2023 года, с указанием его основных фаз.



Условие:

Какой вид затмения наблюдали очевидцы этого феномена?

Ответ:

- ☐ Полное теневое
- ☐ Полное полутеневое
- ☒ Частное теневое
- ☐ Частное полутеневое
- ☐ Невозможно однозначно определить

Точное совпадение ответа — 2 балла

Решение.

Вид лунного затмения определяется его максимальной фазой. Как видно из рисунка, максимальная фаза затмения Луны соответствовала частичному погружению диска Луны в тень Земли. Следовательно, очевидцы этого феномена наблюдали частное теневое затмение.

Условие:

В какие ближайшие даты (предшествующие или последующие) в принципе могло произойти лунное затмение?

Ответ:

- ✓ 5 мая 2023 года
- 14 октября 2023 года
- 11 ноября 2023 года
- 27 декабря 2023 года
- ✓ 25 марта 2024 года
- 18 сентября 2024 года

За каждый верный ответ — 2 балла

За каждую ошибку снимается 2 балла

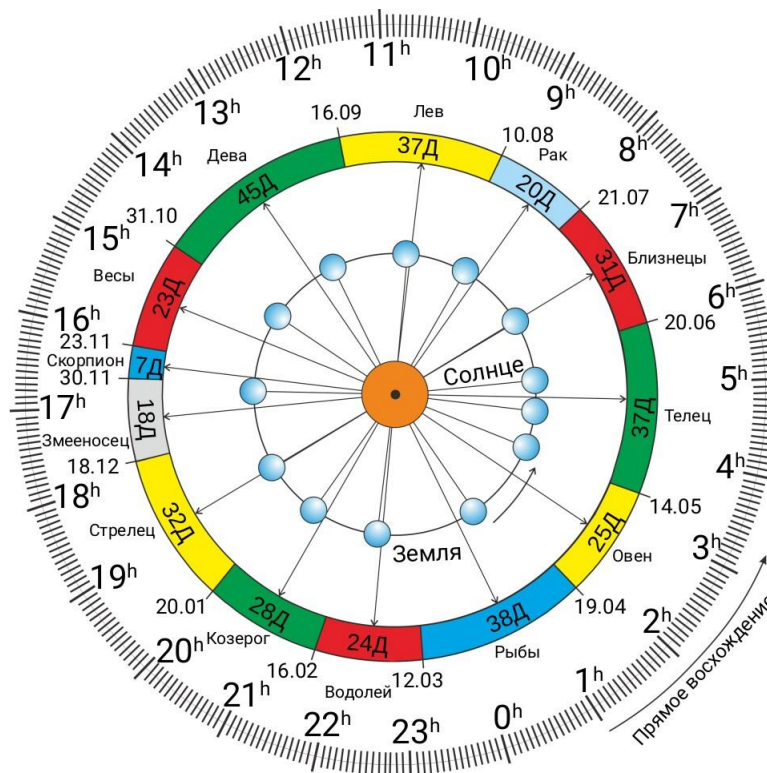
Решение.

Поскольку 28 октября 2023 года произошло частное теневое затмение, то ближайшее лунное затмение в принципе могло произойти либо за синодический месяц Луны до, либо синодический месяц спустя после указанного лунного затмения. Синодический месяц Луны равен 29.53 суток. Однако в вариантах ответов нет соответствующих дат. Лунные затмения обязательно повторяются через полгода. Значит, ближайшими такими датами

являются 5 мая 2023 и 25 марта 2024. И действительно, в указанные даты лунные затмения имели место!

Условие:

С использованием диаграммы видимого движения Солнца по зодиакальным созвездиям определите, в каком созвездии пребывала Луна в момент своего затмения:



Ответ:

- ☒ Овен
- ☐ Телец
- ☐ Близнецы
- ☐ Рак
- ☐ Лев
- ☐ Дева
- ☐ Весы
- ☐ Скорпион
- ☐ Змееносец

- Стрелец
- Козерог
- Водолей
- Рыбы

Точное совпадение ответа — 2 балла

Решение.

Согласно диаграмме, 28 октября 2023 года Солнце находилось в созвездии Девы, при этом Луна в момент затмения тенью Земли находилась в противосолнечной точке — диаметрально противоположной точке небосвода, определённой относительно Солнца для земного наблюдателя, т. е. в созвездии Овна.

Условие:

Определите продолжительность лунного затмения между фазами U_1 и U_4 .
Ответ выразите в минутах.

Ответ: 78

Точное совпадение ответа — 4 балла

Максимальный балл за задание — 12

Решение.

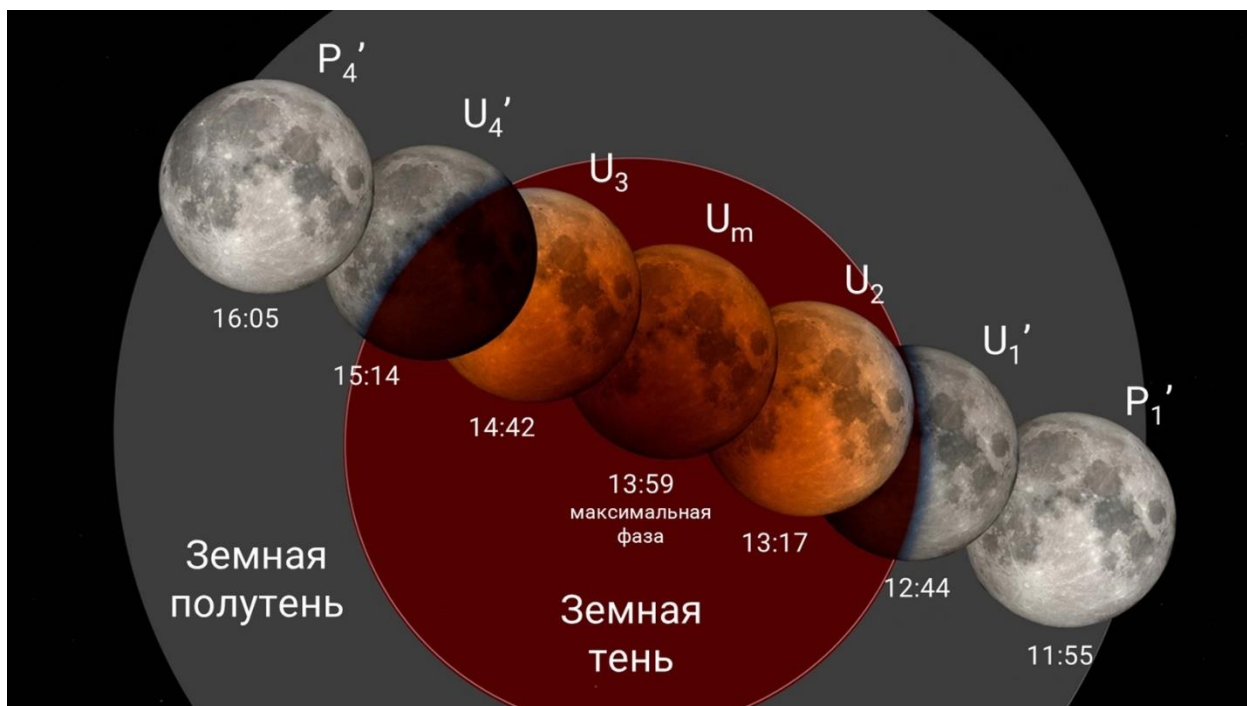
Фаза U_1 была достигнута в момент $t_1 = 22$ час 35 мин, а U_4 — в момент $t_2 = 23$ час 53 мин. Следовательно, продолжительность лунного затмения между фазами U_1 и U_4 :

$$\Delta t = t_2 - t_1 = 78 \text{ мин.}$$

Задание № 5.2

Общее условие:

Дана схема лунного затмения, наблюдавшегося 8 ноября 2022 года, с указанием его основных фаз.



Условие:

Какой вид затмения наблюдали очевидцы этого феномена?

Ответ:

- ☐ Частное теневое
- ☒ Полное теневое
- ☐ Полное полутеневое
- ☐ Частное полутеневое
- ☐ Невозможно однозначно определить

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

В какие ближайшие даты (предшествующие или последующие) в принципе могло произойти лунное затмение?

Ответ:

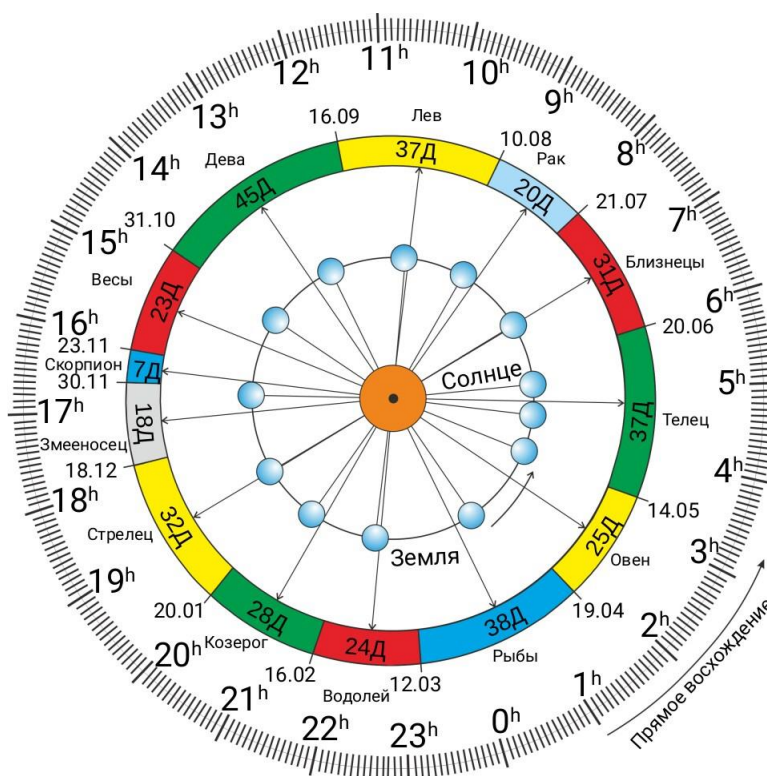
- ✓ 16 мая 2022 года
- 24 октября 2022 года
- 23 ноября 2022 года
- 7 января 2023 года
- ✓ 5 мая 2023 года
- 28 октября 2023 года

За каждый верный ответ — 2 балла

За каждую ошибку снимается 2 балла

Условие:

С использованием диаграммы видимого движения Солнца по зодиакальным созвездиям определите, в каком созвездии пребывала Луна в момент своего затмения:



Ответ:

- ✓ Овен
- Телец
- Близнецы
- Рак
- Лев
- Дева
- Весы
- Скорпион
- Змееносец
- Стрелец
- Козерог
- Водолей
- Рыбы

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

Определите продолжительность лунного затмения между фазами U'_1 и U'_4 .

Ответ выразите в минутах.

Ответ: 150

Точное совпадение ответа — 4 балла

Максимальный балл за задание — 12

Решение по аналогии с заданием 5.1

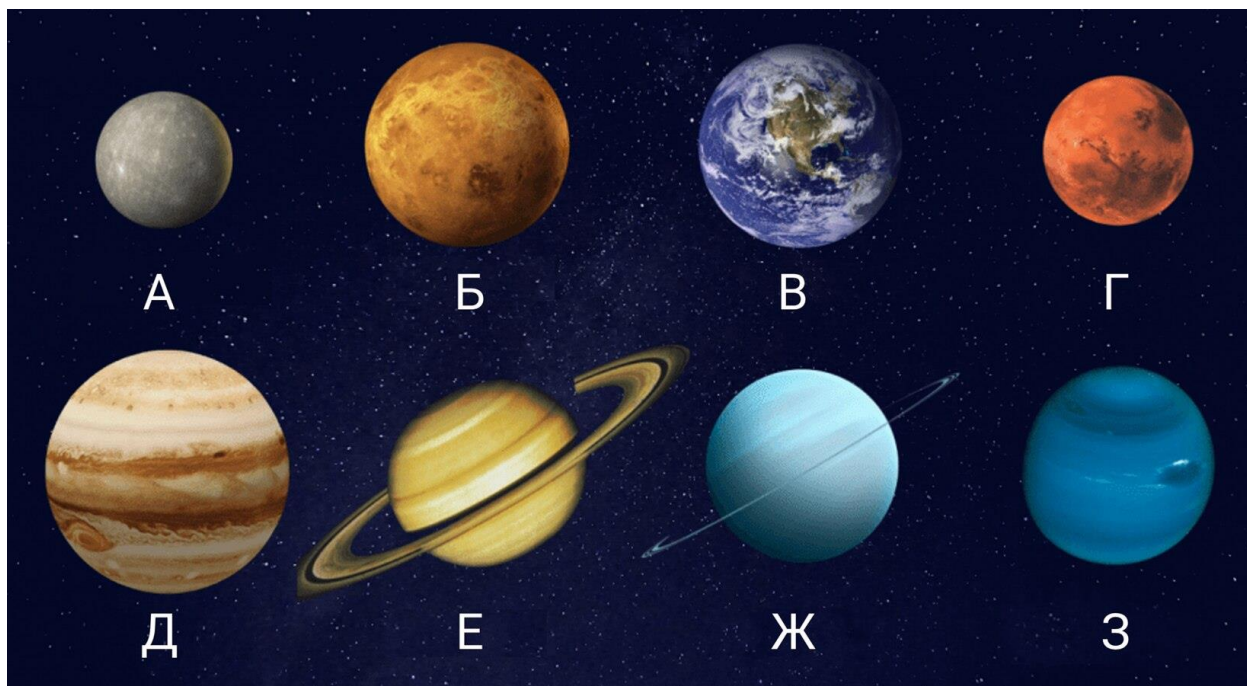
Задание № 6.1

Общее условие:

На рисунке представлены 8 крупнейших спутников классических планет Солнечной системы с указанием их названий и линейных диаметров. Здесь также для сравнения даны Меркурий и Плутон.



Ниже даны изображения 8 классических планет.



Условие:

Установите соответствие между спутниками и планетами, которым они принадлежат.

Ответ:

Ганимед	Планета Д
Титан	Планета Е
Каллисто	Планета Д
Ио	Планета Д
Луна	Планета В
Европа	Планета Д
Тритон	Планета З
Титания	Планета Ж

За каждую верную пару — 1 балл

Решение.

Ганимед, Каллисто, Ио и Европа являются крупнейшими спутниками Юпитера (планета Д). Титан — крупнейший спутник Сатурна, представленного на рисунке под буквой Е. Луна — спутник Земли (планета В). Тритон — спутник Нептуна (Планета З). Наконец, Титания является крупнейшим спутником Урана (планета Ж).

Условие:

С использованием численных данных первого рисунка определите, на сколько процентов объём тела Ганимеда больше объёма тела Меркурия. Ответ округлите до целых.

Ответ: засчитывается в диапазоне [20; 27]

Точное совпадение ответа — 4 балла

Решение.

Диаметр Ганимеда составляет $D_G = 2R_G = 5268$ км, а диаметр Меркурия — $D_M = 2R_M = 4880$ км. Определим, на сколько процентов (η) объём тела Ганимеда (R_G) больше объёма тела Меркурия (R_M):

$$\eta = \frac{V_G - V_M}{V_M} \cdot 100 \% = \left(\frac{V_G}{V_M} - 1 \right) \cdot 100 \% = \left(\left(\frac{D_G}{D_M} \right)^3 - 1 \right) \cdot 100 \% \approx 26 \%.$$

В качестве итогового ответа принимается число из интервала [20; 27].

Условие:

Даны 9 различных фотографий: из них 8 представляют собой образы донной части 8 различных кухонных сковородок и лишь одна фотография передаёт образ спутника классической планеты. Выберите изображение спутника:

Ответ:



Точное совпадение ответа — 2 балла

Максимальный балл за задание — 14

Решение.

Используя предыдущие картинки задания, легко убедиться в том, что на первом изображении во втором ряду представлена Европа, спутник Юпитера.

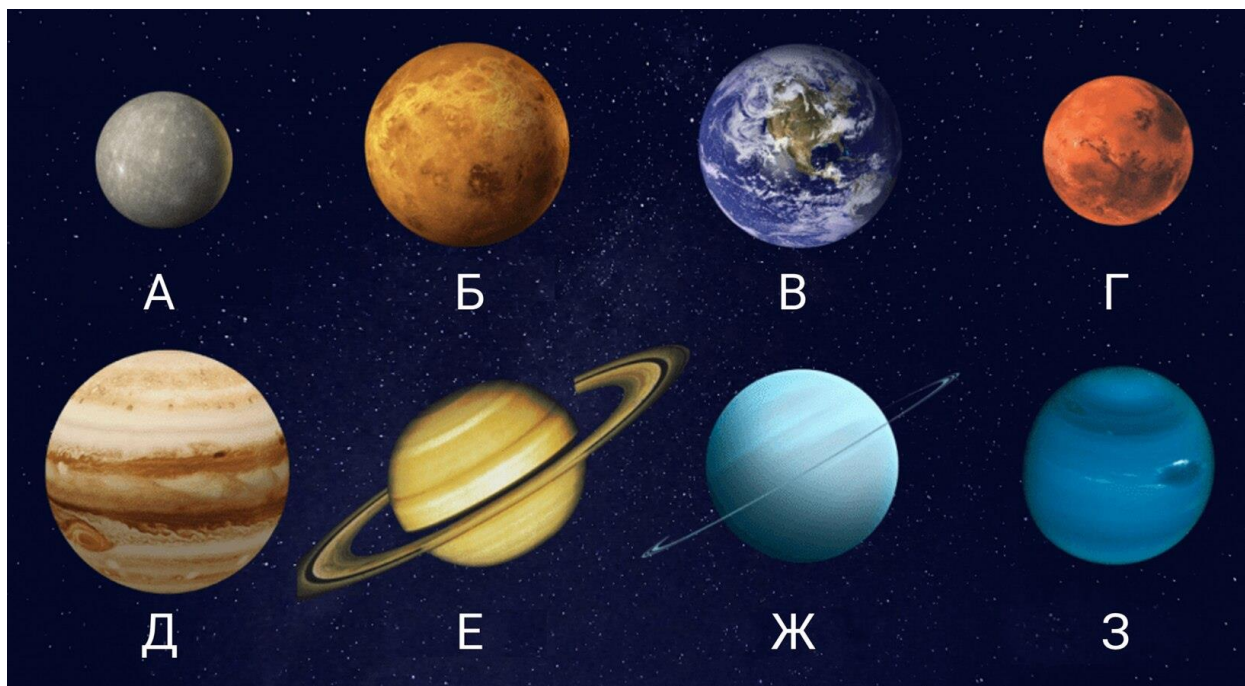
Задание № 6.2

Общее условие:

На рисунке представлены 8 крупнейших спутников классических планет Солнечной системы с указанием их названий и линейных диаметров. Здесь также для сравнения даны Меркурий и Плутон.



Ниже даны изображения 8 классических планет.



Условие:

Установите соответствие между спутниками и планетами, которым они принадлежат.

Ответ:

Каллисто	Планета Д
Ио	Планета Д
Ганимед	Планета Д
Луна	Планета В
Титан	Планета Е
Тритон	Планета З
Европа	Планета Д
Титания	Планета Ж

За каждую верную пару — 1 балл

Условие:

С использованием численных данных первого рисунка определите, на сколько процентов объём тела Тритона больше объёма тела Плутона. Ответ округлите до целых.

Ответ: засчитывается в диапазоне [30; 50]

Точное совпадение ответа — 4 балла

Условие:

Даны 9 различных фотографий: из них 8 представляют собой образы донной части 8 различных кухонных сковородок и лишь одна фотография передаёт образ спутника классической планеты. Выберите изображение спутника:

Ответ:



Точное совпадение ответа — 2 балла

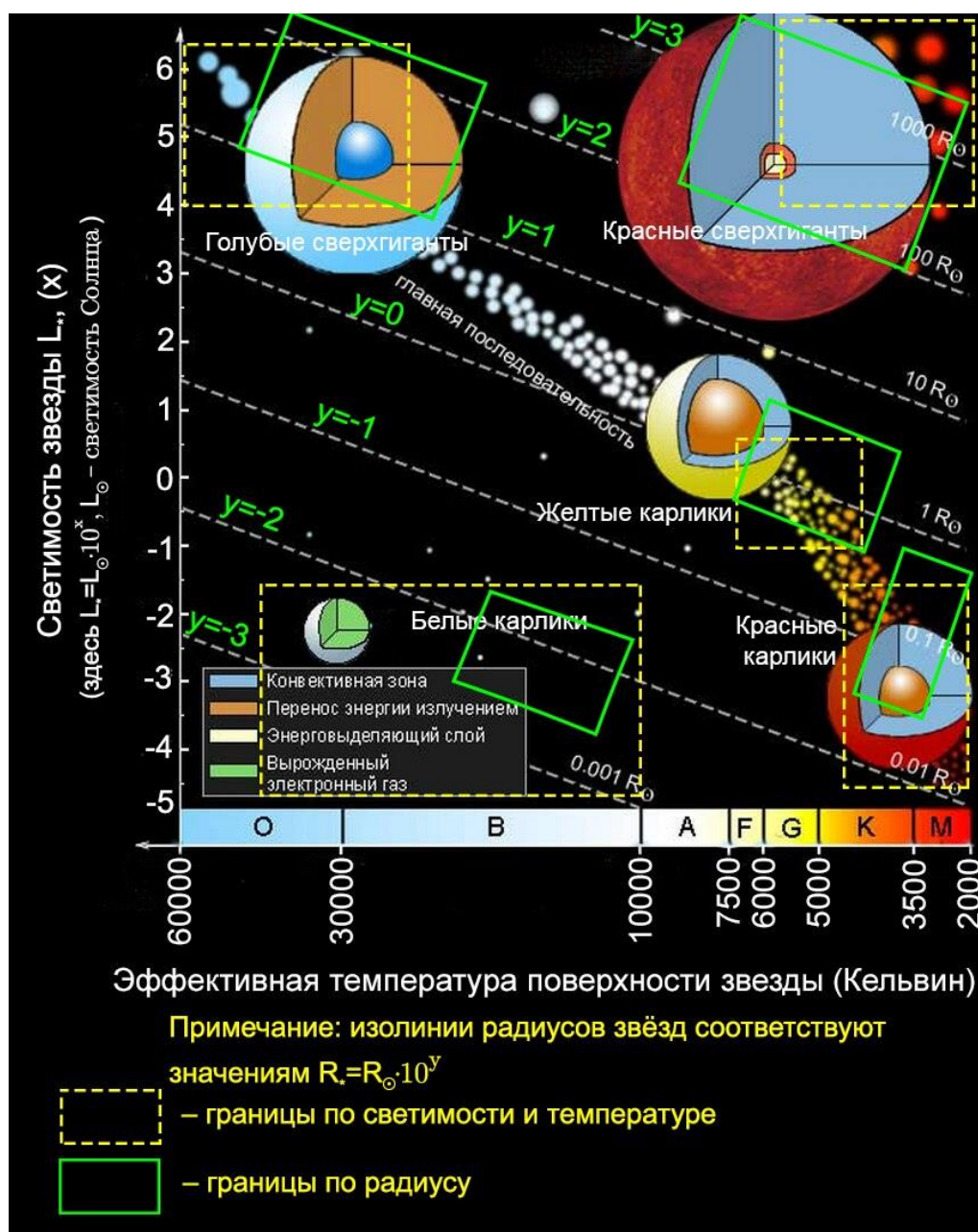
Максимальный балл за задание — 14

Решение по аналогии с заданием 6.1

Задание № 7.1

Общее условие:

Дана диаграмма «спектр-светимость» (Герцшпрунга-Рассела) и модели внутреннего строения некоторых классов звёзд. Пунктирными прямоугольниками указаны интервалы возможных значений (ИВЗ) для светимости и температуры звёзд соответствующего класса, зелёными прямоугольниками указаны ИВЗ для радиуса этих звёзд.



Условие:

В теле звезды какого класса конвективная зона является внешней и составляет более 90 % от её объёма?

Ответ:

- ☐ Голубой сверхгигант
- ☐ Жёлтый карлик
- ☒ Красный сверхгигант
- ☐ Красный карлик
- ☐ Белый карлик

Точное совпадение ответа — 2 балла

Решение.

Из диаграммы следует, что именно в случае красных сверхгигантов конвективная зона занимает доминирующую часть (более 90 %) тела звезды.

Условие:

По диаграмме определите характерные интервалы возможных значений температуры T_* , радиуса R_* и светимости L_* для голубых сверхгигантов. Ответ выразите коэффициентами при соответствующих степенях или показателями степени числа 10 этих величин.

$$z_{\min} \cdot 10^4 \text{ K} \leq T_* \leq z_{\max} \cdot 10^4 \text{ K}$$

$$10^{y_{\min}} \cdot R_{\odot} \leq R_* \leq 10^{y_{\max}} \cdot R_{\odot}$$

$$10^{x_{\min}} \cdot L_{\odot} \leq L_* \leq 10^{x_{\max}} \cdot L_{\odot}$$

Ответ:

$z_{\min}$ засчитывается в диапазоне [2.0; 2.5]

$y_{\min}$ засчитывается в диапазоне [0.9; 1.1]

$x_{\min}$ засчитывается в диапазоне [3.9; 4.1]

$z_{\max}$ засчитывается в диапазоне [5.5; 6.5]

$u_{\max}$ засчитывается в диапазоне [2.1; 2.3]

$x_{\max}$ засчитывается в диапазоне [6.1; 6.4]

За каждый верный ответ — 2 балла

Максимальный балл за задание — 14

Решение.

По вертикальным границам жёлтого прямоугольника можно определить приближённые пограничные значения для температуры, а по горизонтальным границам — пограничные значения светимости:

$$2.3 \cdot 10^4 \text{ K} \leq T_* \leq 6.0 \cdot 10^4 \text{ K}$$

$$10^4 \cdot L_{\odot} \leq L_* \leq 10^{6.3} \cdot L_{\odot}$$

По наклонным сторонам зелёного прямоугольника и параллельным линиям постоянного радиуса определяем диапазон возможных радиусов для этих звёзд:

$$10^1 \cdot R_{\odot} \leq R_* \leq 10^{2.2} \cdot R_{\odot}$$

В качестве ответа на второй вопрос задачи принимаются значения из следующих интервалов:

$$(2.0 \div 2.5) \cdot 10^4 \text{ K} \leq T_* \leq (5.5 \div 6.5) \cdot 10^4 \text{ K},$$

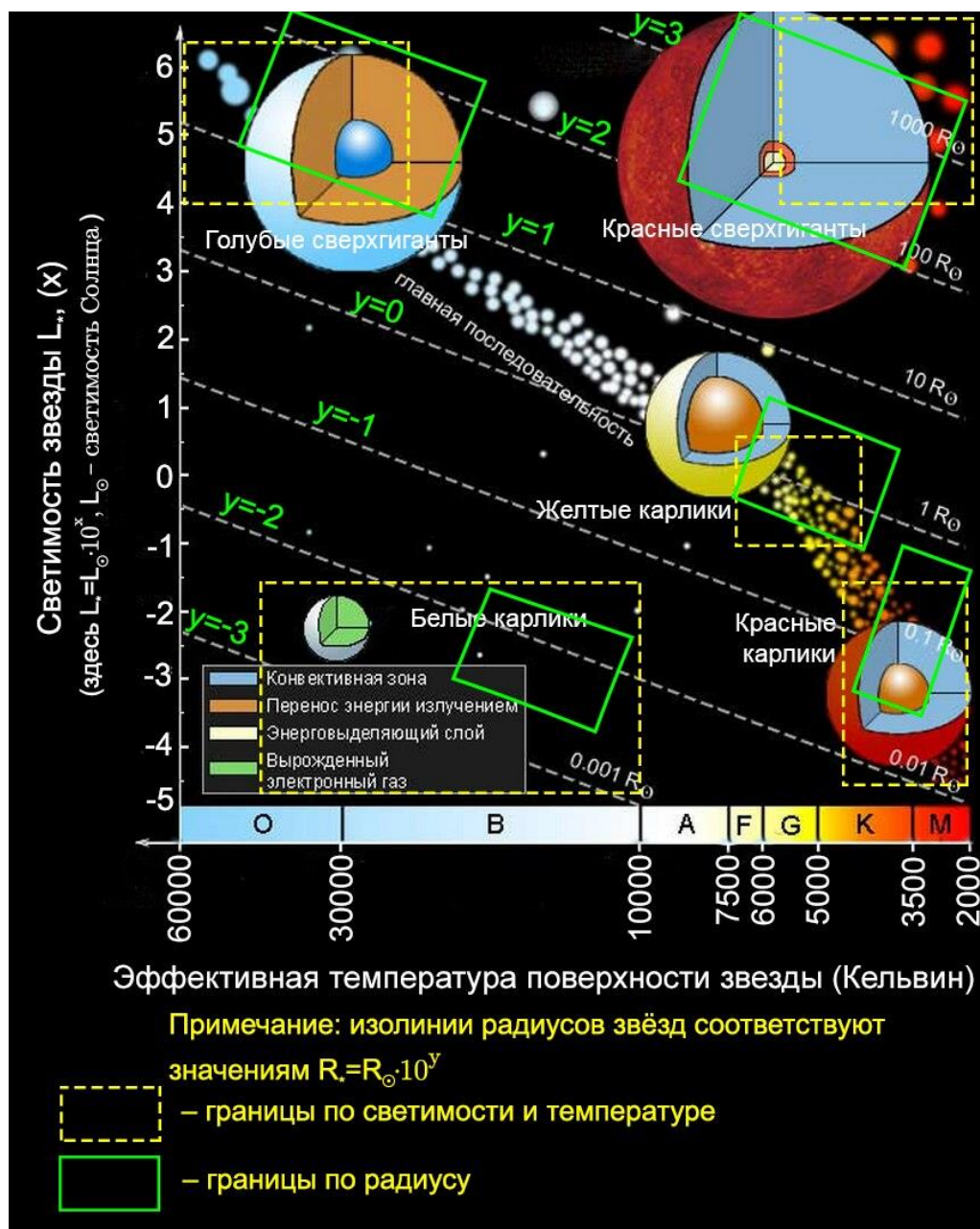
$$10^{0.9 \div 1.1} \cdot R_{\odot} \leq R_* \leq 10^{2.1 \div 2.3} \cdot R_{\odot},$$

$$10^{3.9 \div 4.1} \cdot L_{\odot} \leq L_* \leq 10^{6.1 \div 6.4} \cdot L_{\odot}.$$

Задание № 7.2

Общее условие:

Дана диаграмма «спектр-светимость» (Герцшпрунга-Рассела) и модели внутреннего строения некоторых классов звёзд. Пунктирными прямоугольниками указаны интервалы возможных значений (ИВЗ) для светимости и температуры звёзд соответствующего класса, зелёными прямоугольниками указаны ИВЗ для радиуса этих звёзд.



Условие:

В теле звезды какого класса конвективная зона является внешней и составляет более 70 % от её объёма?

Ответ:

- ✓ Голубой сверхгигант
- Жёлтый карлик
- Красный сверхгигант
- Красный карлик
- Белый карлик

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

По диаграмме определите характерные интервалы возможных значений температуры T_* , радиуса R_* и светимости L_* для белых карликов. Ответ выразите коэффициентами при соответствующих степенях или показателями степени числа 10 этих величин.

$$z_{\min} \cdot 10^4 \text{K} \leq T_* \leq z_{\max} \cdot 10^4 \text{K}$$

$$10^{y_{\min}} \cdot R_{\odot} \leq R_* \leq 10^{y_{\max}} \cdot R_{\odot}$$

$$10^{x_{\min}} \cdot L_{\odot} \leq L_* \leq 10^{x_{\max}} \cdot L_{\odot}$$

Ответ:

$z_{\min}$ засчитывается в диапазоне [0.9; 1.1]

$y_{\min}$ засчитывается в диапазоне [-2.7; -2.4]

$x_{\min}$ засчитывается в диапазоне [-4.8; -4.6]

$z_{\max}$ засчитывается в диапазоне [3.9; 4.6]

$y_{\max}$ засчитывается в диапазоне [-1.6; -1.9]

$x_{\max}$ засчитывается в диапазоне [-1.6; -1.4]

Точное совпадение ответа — 12 баллов

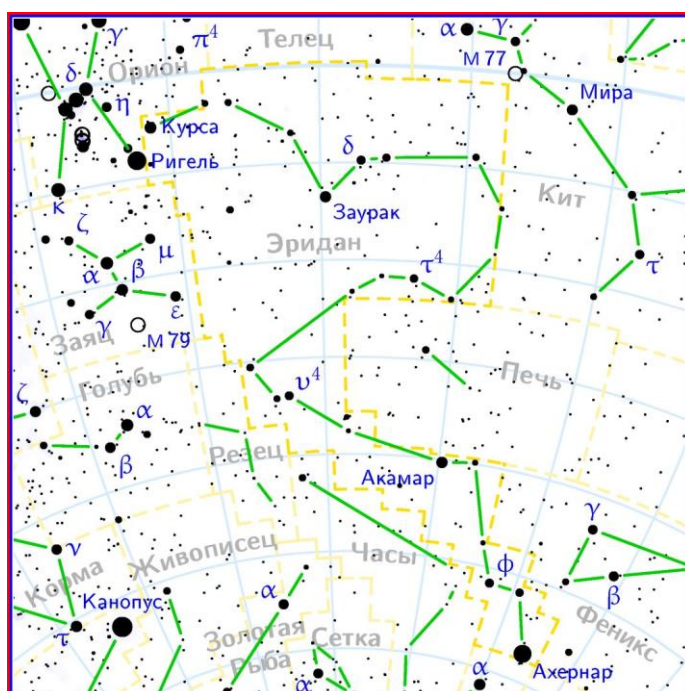
Максимальный балл за задание — 14

Решение по аналогии с заданием 7.1

Задание № 8.1

Общее условие:

Размеры созвездий принято характеризовать телесным углом (или угловой площадью, аналогом линейной площади). Так, созвездие Эридана является шестым по угловой площади созвездием небосвода; его величина составляет 1138 квадратных градусов. При этом оно содержит 187 звёзд, видимых невооружённым глазом.



Условие:

Определите среднюю поверхностную концентрацию звёзд, видимых невооружённым глазом в этом созвездии. Ответ выразите в количестве звёзд на квадратный градус, округлите до тысячных.

Примечание. Средней поверхностной концентрацией звёзд называется отношение количества звёзд к телесному углу участка небосвода, который они занимают.

Ответ: засчитывается в диапазоне [0.159; 0.169]

Точное совпадение ответа — 3 балла

Решение.

Согласно определению, среднюю поверхностную концентрацию звёзд можно определить по формуле:

$$n_s = \frac{N_s}{\Omega} = \frac{187 \text{ звёзд}}{1138 \text{ кв. град}} = 0.164 \text{ звёзд/кв. град},$$

где $N_s = 187$ – количество звёзд, видимых невооружённым глазом в данном созвездии; $\Omega = 1138$ кв. град. — телесный угол (угловая площадь), соответствующий данному созвездию. В качестве ответа на первый вопрос задачи принимается значение из интервала $[0.159; 0.169]$.

Условие:

Сколько (в среднем) таких звёзд поместится в одном кадре фотоаппарата, если его поле зрения равно 140 квадратным градусам?

Ответ: засчитывается в диапазоне $[22; 24]$

Точное совпадение ответа — 4 балла

Максимальный балл за задание — 7

Решение.

Среднее количество видимых невооружённым глазом звёзд, которые смогут поместиться в одном кадре фотоаппарата при условии, что его поле зрения — $\Omega_{\text{об}} = 140$ кв. градусов, можно записать так

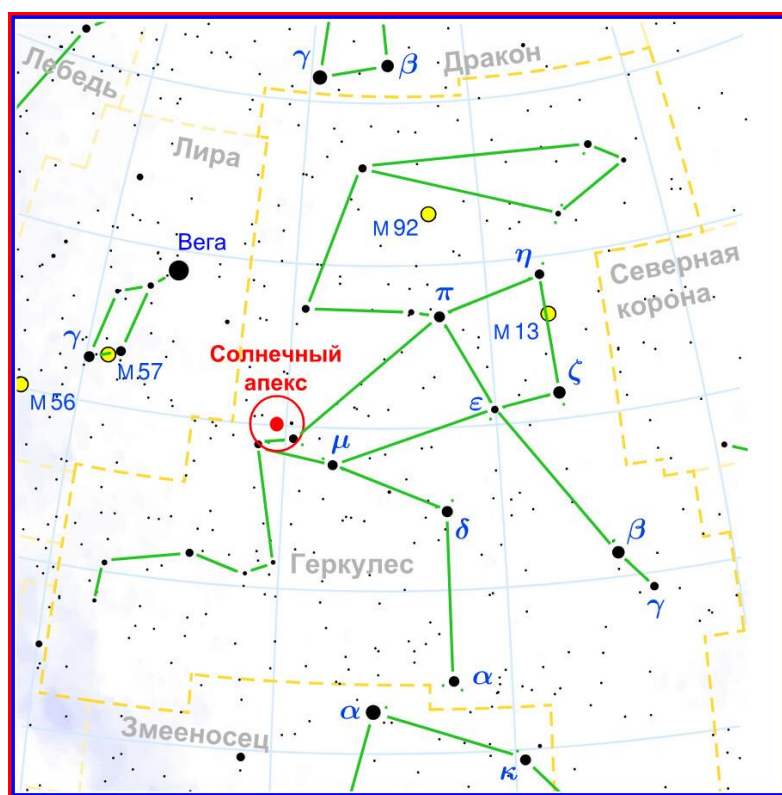
$$N_s^{\text{об}} = [n_s \cdot \Omega_{\text{об}}] = 23 \text{ звезды}.$$

В качестве ответа на второй вопрос задачи принимается значение из интервала $[22; 24]$.

Задание № 8.2

Общее условие:

Размеры созвездий принято характеризовать телесным углом (или угловой площадью, аналогом линейной площади). Так, созвездие Геркулеса является пятым по угловой площади созвездием небосвода; его величина составляет 1225 квадратных градусов. При этом оно содержит 166 звёзд, видимых невооружённым глазом.



Условие:

Определите среднюю поверхностную концентрацию звёзд, видимых невооружённым глазом в этом созвездии. Ответ выразите в количестве звёзд на квадратный градус, округлите до тысячных.

Примечание. Средней поверхностной концентрацией звёзд называется отношение количества звёзд к телесному углу участка небосвода, который они занимают.

Ответ: засчитывается в диапазоне [0.131; 0.141]

Точное совпадение ответа — 3 балла

Условие:

Сколько (в среднем) таких звёзд поместится в одном кадре фотоаппарата, если его поле зрения равно 210 квадратным градусам?

Ответ: засчитывается в диапазоне [27; 30]

Точное совпадение ответа — 4 балла

Максимальный балл за задание — 7

Решение по аналогии с заданием 8.1

Задание № 9.1

Условие:

Сидерический период обращения Луны относительно звёзд равен 27.32 суток. Оцените угловую скорость видимого движения Луны по небосводу относительно звёзд. Ответ выразите в градусах в сутки, округлите до десятых.

Ответ: засчитывается в диапазоне [13.1; 13.3]

Точное совпадение ответа — 3 балла

Решение.

Угловая скорость видимого движения Луны по небосводу относительно звёзд обратно пропорциональна её периоду обращения относительно звёзд и может быть оценена выражением:

$$\omega_{\zeta} = \frac{360^{\circ}}{T_{\zeta}} = 13.2^{\circ}/\text{сут.}$$

Условие:

Дана фотография Луны и Юпитера с галилеевыми спутниками. Известно, что незадолго до момента получения этой фотографии произошло центральное покрытие Юпитера диском Луны (т.е. Юпитер скрывался телом Луны от земного наблюдателя, при этом для последнего он двигался по диаметру Луны). На момент съёмки угловой диаметр Луны составлял 31.0'.



Определите промежуток времени, разделяющий момент начала покрытия Юпитера и момент получения этой фотографии. Ответ выразите в минутах, округлите до целых.

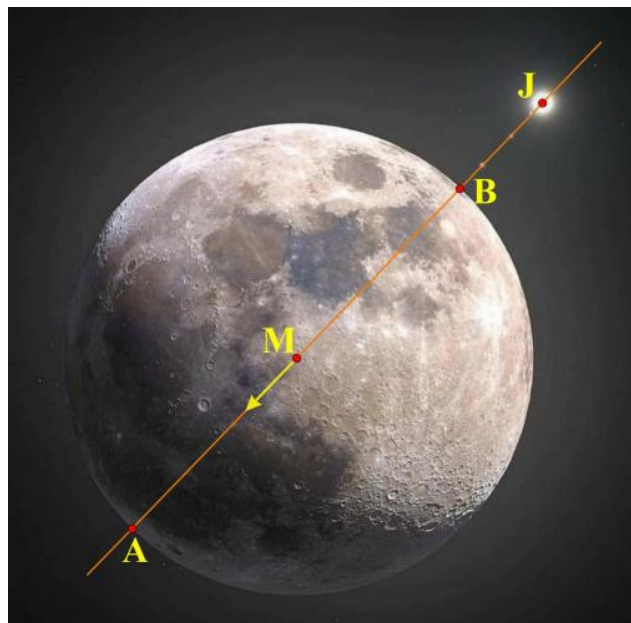
Ответ: засчитывается в диапазоне [65; 75]

Точное совпадение ответа — 5 баллов

Максимальный балл за задание — 8

Решение.

Если к рисунку приложить вдоль стрелки линейку так, чтобы она определяла прямую MJ, проходящую через центры видимых дисков Юпитера и Луны, то указанная прямая задаст траекторию ($A \rightarrow M \rightarrow B \rightarrow J$) видимого движения Юпитера, скрытую от наблюдателя телом Луны. Искомый промежуток времени отвечает отрезку AJ этой



прямой от нижней точки A её пересечения с лимбом диска Луны (здесь началось покрытие Юпитера) до текущего положения Юпитера J. Определим

с помощью линейки величину отрезка АЈ (160 мм) и видимый диаметр Луны (127 мм). Составим пропорцию вида:

$$\left\{ \begin{array}{l} D_{\zeta}'' \rightarrow 127 \text{ мм} \\ \ell \rightarrow 160 \text{ мм} \end{array} \right\} \Rightarrow \ell = \frac{160}{127} \cdot D_{\zeta}'' = 39.1'$$

Тогда искомый промежуток времени можно определить как:

$$\tau_{\zeta} = \frac{\ell}{\omega_{\zeta}} = \frac{39.1'}{0.55'/\text{мин}} = 71 \text{ мин.}$$

В качестве ответа на второй вопрос задачи принимается значение из интервала [65; 75].

Задание № 9.2

Условие:

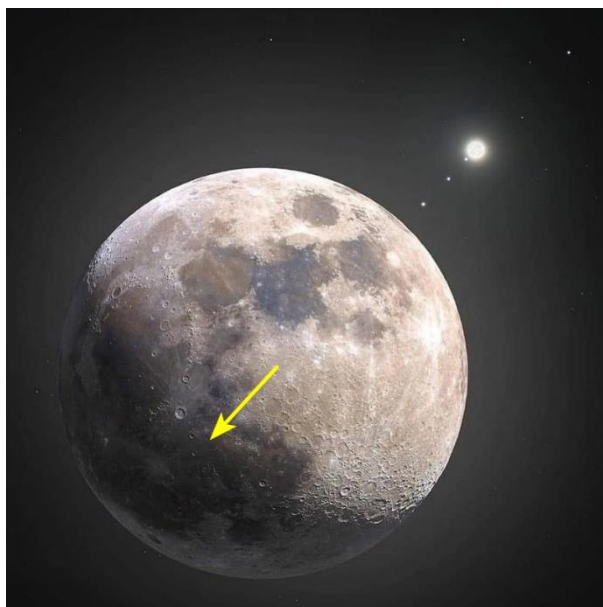
Сидерический период обращения Луны относительно звёзд равен 27.32 суток. Оцените угловую скорость видимого движения Луны по небосводу относительно звёзд. Ответ выразите в градусах в сутки, округлите до десятых.

Ответ: засчитывается в диапазоне [13.1; 13.3]

Точное совпадение ответа — 3 балла

Условие:

Дана фотография Луны и Юпитера с галилеевыми спутниками. Известно, что незадолго до момента получения этой фотографии произошло центральное покрытие Юпитера диском Луны (т.е. Юпитер скрывался телом Луны от земного наблюдателя, при этом для последнего он двигался по диаметру Луны). На момент съёмки угловой диаметр Луны составлял $31.0'$.



Определите промежуток времени, разделяющий момент окончания покрытия Юпитера и момент получения этой фотографии. Ответ выразите в минутах, округлите до целых.

Ответ: засчитывается в диапазоне [11; 17]

Точное совпадение ответа — 5 баллов

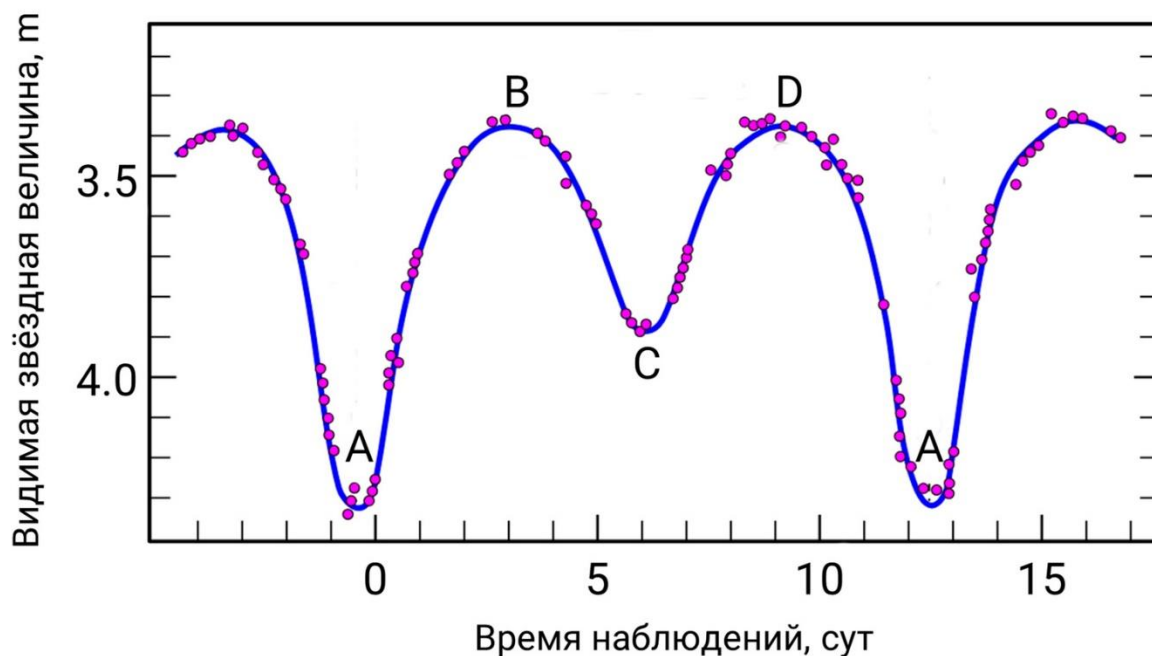
Максимальный балл за задание — 8

Решение по аналогии с заданием 9.1

Задание № 10

Общее условие:

Дана кривая изменения блеска (видимой звёздной величины) со временем для некоторой затменно-переменной звезды — физически двойной звезды, блеск которой изменяется в результате регулярно повторяющихся затмений одной компоненты другой с позиции земного наблюдателя. Заглавными латинскими буквами указаны основные экстремальные точки кривой.



Пояснение: *видимая звёздная величина или блеск — скалярная астрономическая величина, являющаяся количественной мерой ощущения человеком степени яркости небесного объекта.*

Условие:

Определите сидерический период обращения данной пары звёзд вокруг общего центра масс. Ответ выразите в сутках, округлите до целых.

Ответ: засчитывается в диапазоне [12; 14]

Точное совпадение ответа — 3 балла

Решение.

Сидерическим периодом обращения данной пары звёзд вокруг общего центра масс называется промежуток времени, в течение которого данная пара звёзд совершает один полный оборот вокруг общего центра масс относительно далёких звёзд. Следовательно, через данный промежуток времени профиль кривой блеска будет повторяться. Значит, искомый период можно найти как промежуток времени между двумя соседними однотипными минимумами этой кривой, например, двумя минимумами А-типа, т. е. $T = 13$ суток.

Условие:

С использованием третьего обобщённого закона Кеплера:

$$M_1 + M_2 = \frac{a^3}{T^2}$$

определите сумму масс ($M_1 + M_2$) компонент двойной системы, если обе компоненты двигаются по круговым орбитам и расстояние между ними постоянно и равно $a = 0.267$ а. е. Ответ выразите в массах Солнца, округлите до десятых.

Примечание. В формуле закона Кеплера сидерический период обращения данной пары должен быть выражен в земных годах, а массы звёзд — в массах Солнца. $1 \text{ год} = 365.26 \text{ сут.}$

Ответ: засчитывается в диапазоне [13.0; 17.6]

Точное совпадение ответа — 5 баллов

Максимальный балл за задание — 8

Решение.

По формуле вычислим искомую сумму масс ($M_1 + M_2$) компонент двойной системы:

$$\mathfrak{M}_1 + \mathfrak{M}_2 = \frac{a^3}{T^2} = \frac{(0.267 \text{ a. e.})^3}{(13 \div 365.26)^2} = 15.0$$

В качестве ответа на второй вопрос задачи принимается значение из интервала [13.0; 17.6].