

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

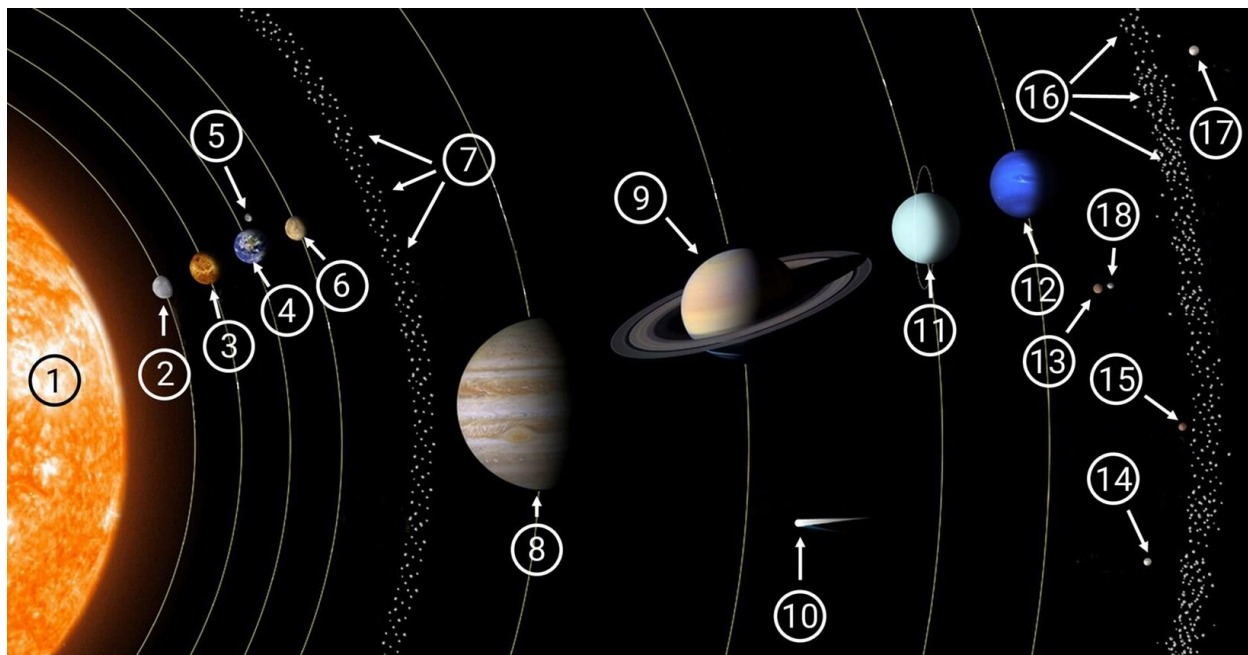
Максимальный балл за задание — 6

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

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

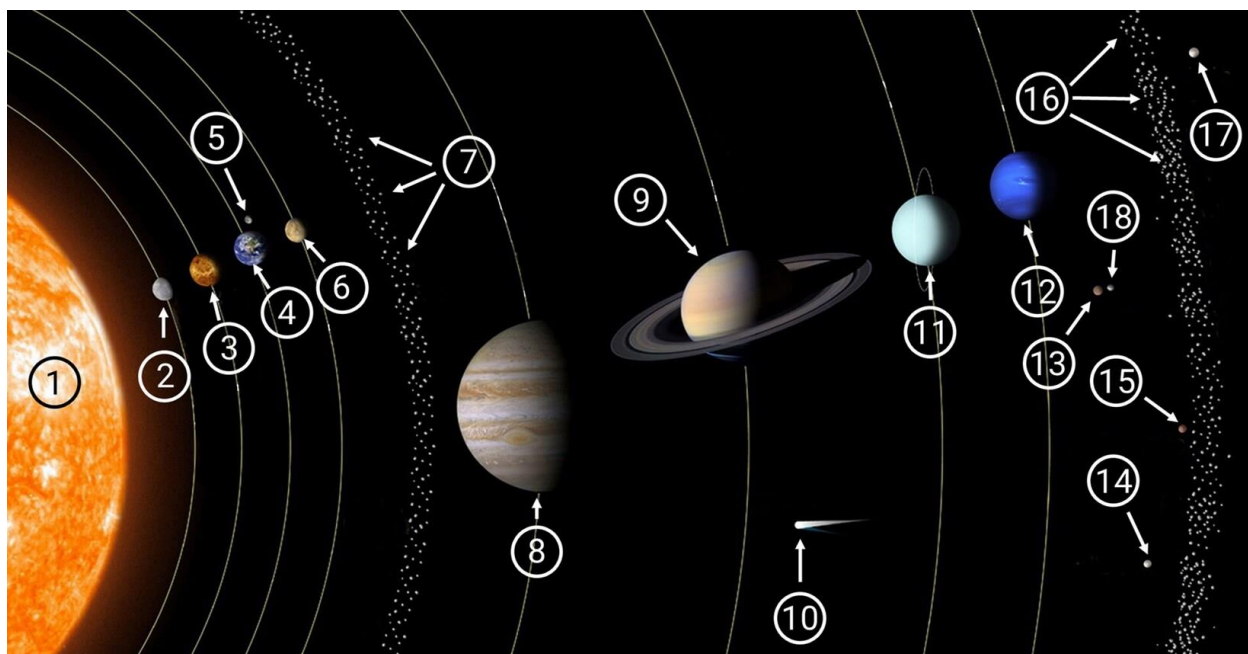
Решение.

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

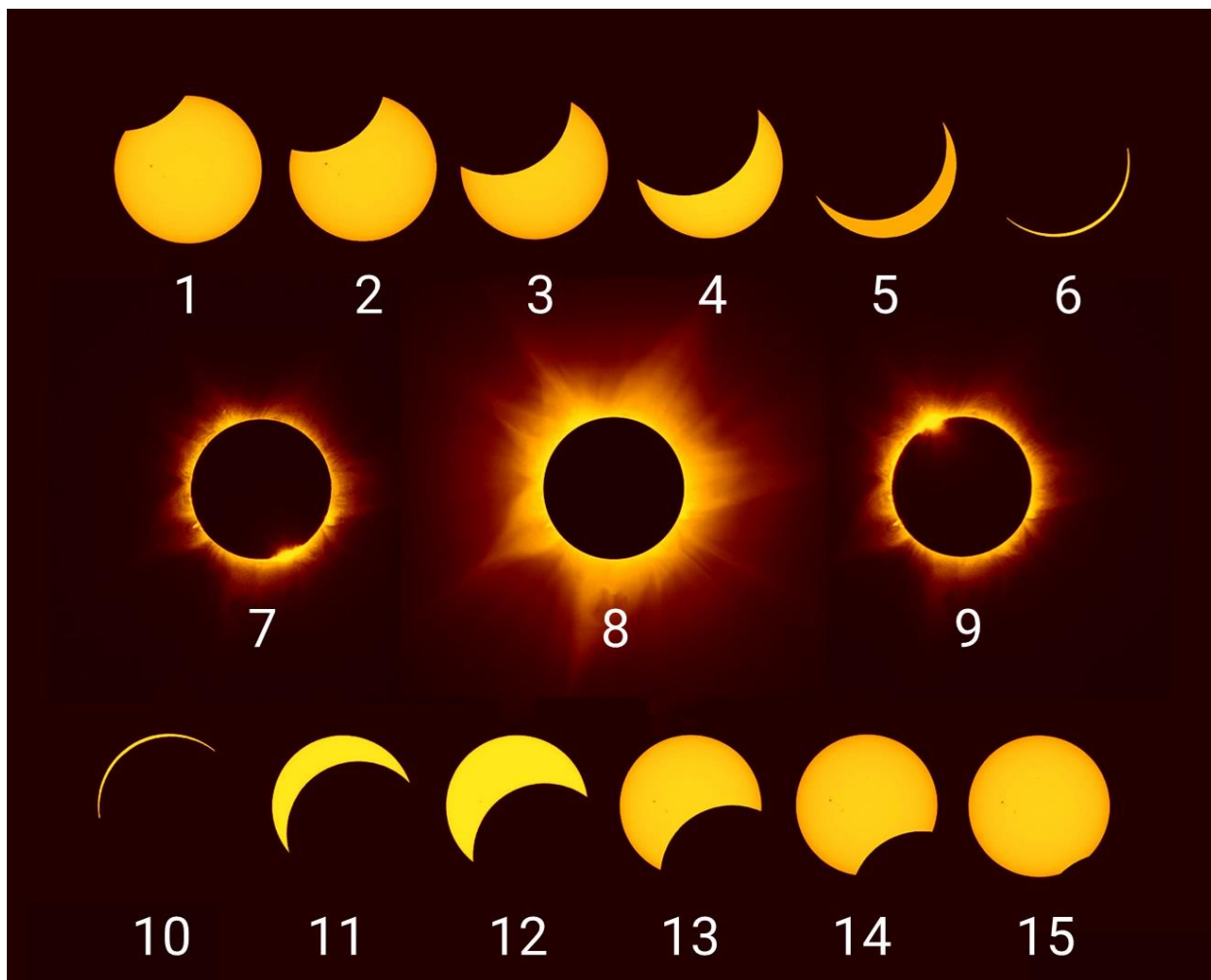
Максимальный балл за задание — 14

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

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

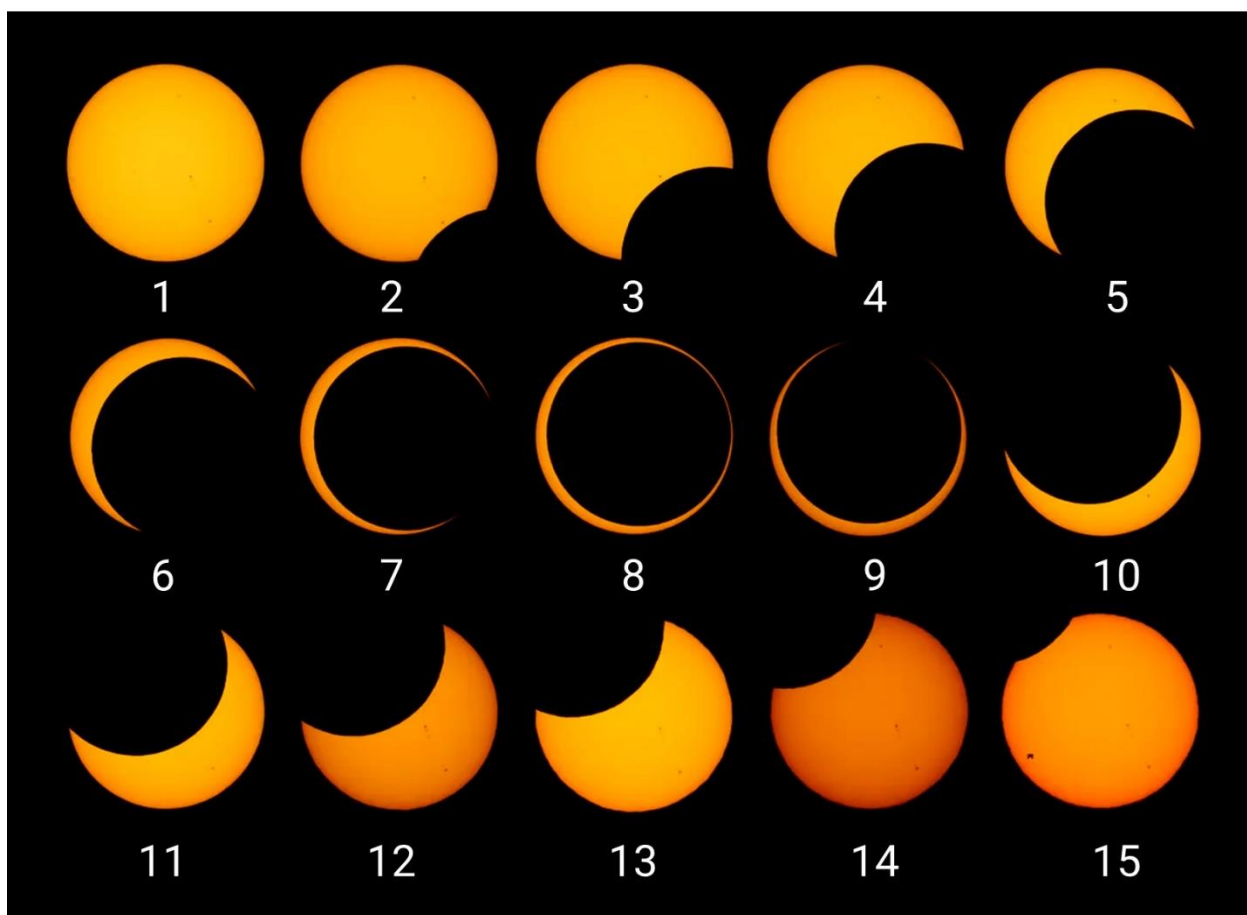
Между $N = 15$ кадрами было $N - 1 = 14$ временных интервалов. Тогда средний промежуток времени, через который выполнялась съёмка затмения, был равен

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

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

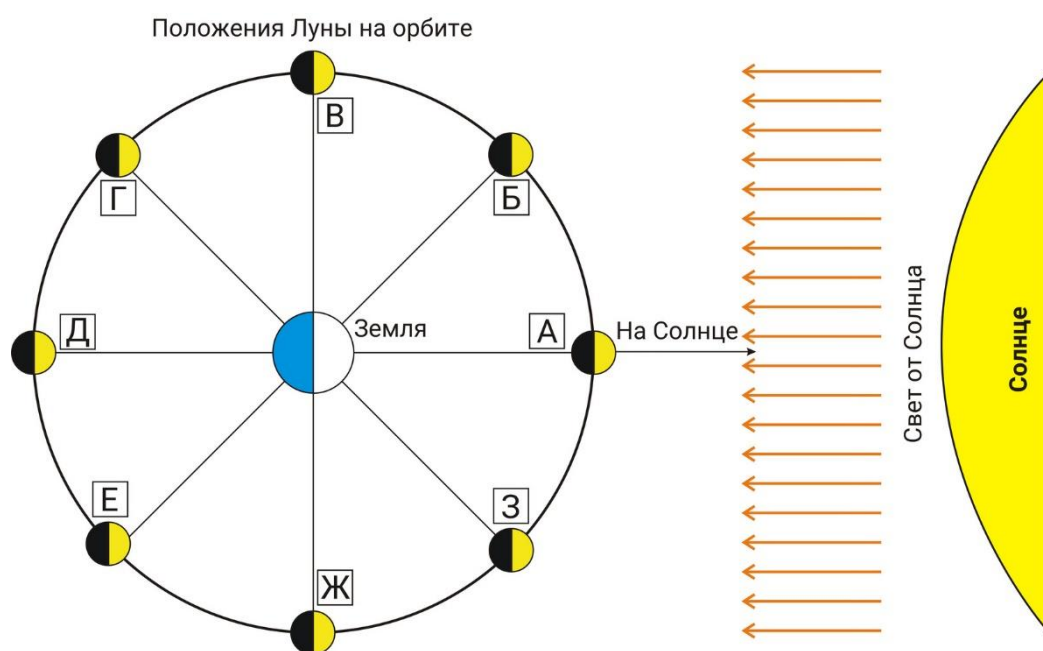
Максимальный балл за задание — 12

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 Б-Земля-Г равен 90° . Следовательно, отрезок БГ можно вычислить по теореме Пифагора:

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

где $a_c = 384$ 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

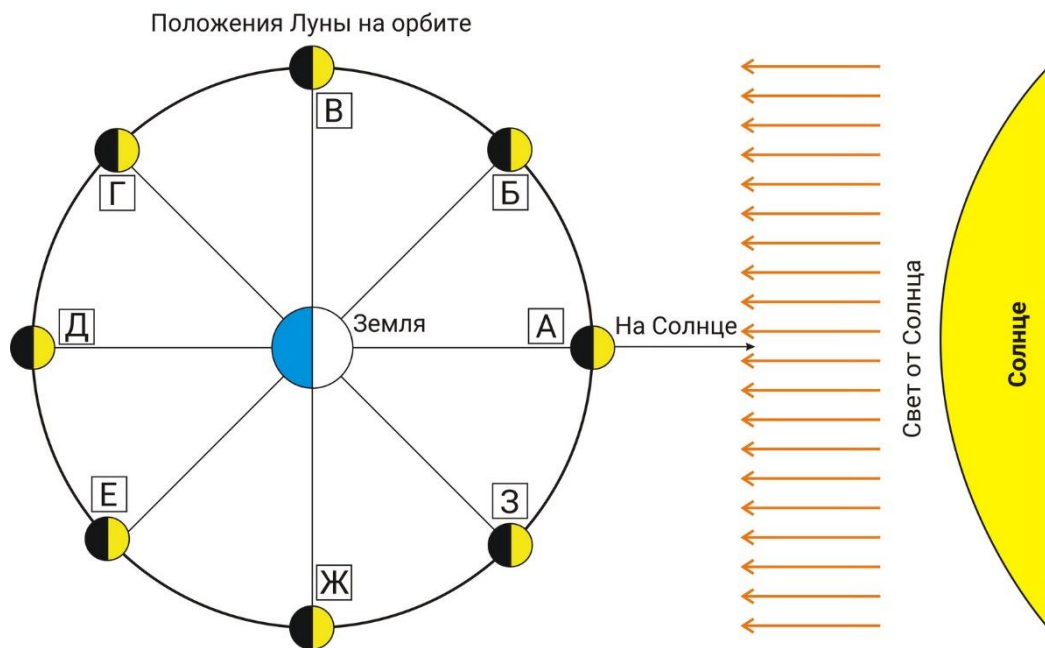
Решение.

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

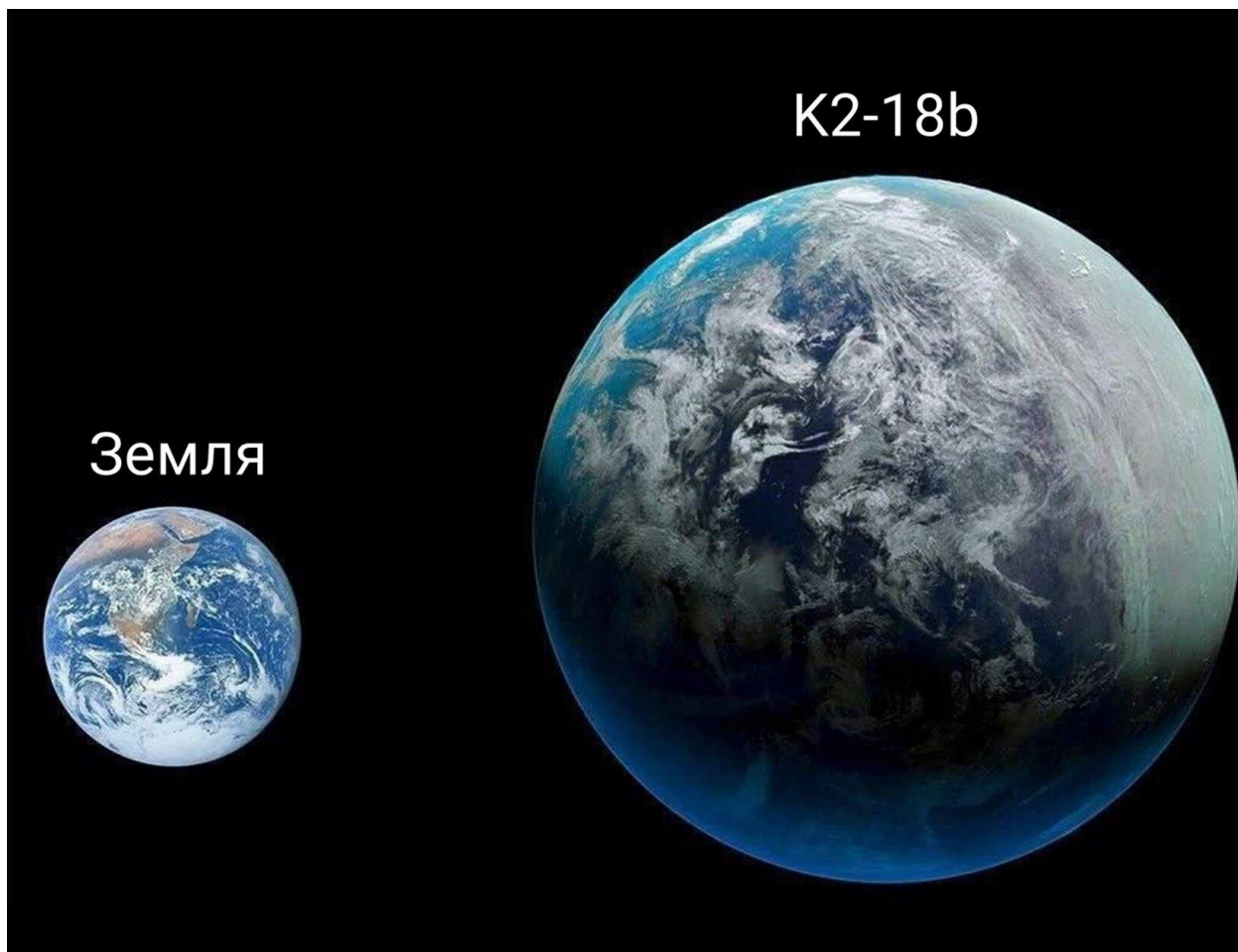
Максимальный балл за задание — 16

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 ($D_{\oplus} = 52$ мм) и данной экзопланеты ($D_p = 142$ 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.

Вспользуемся 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

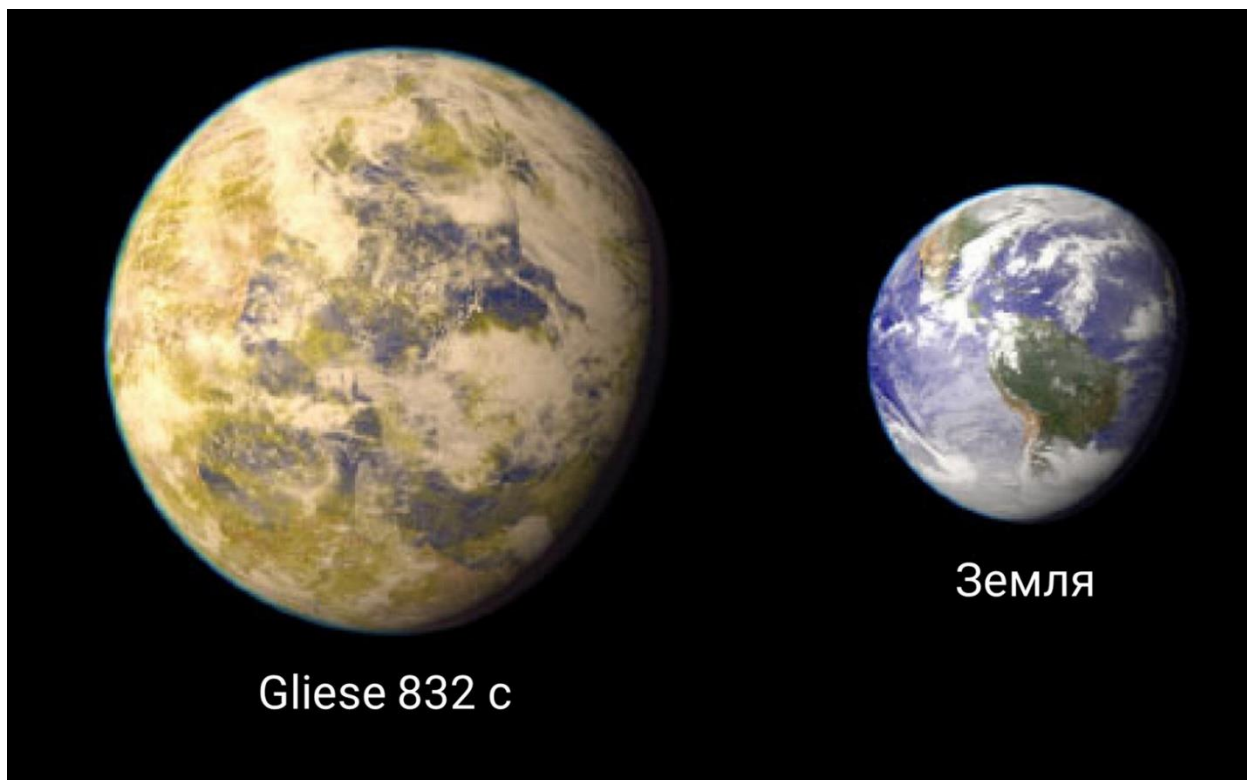
Решение.

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

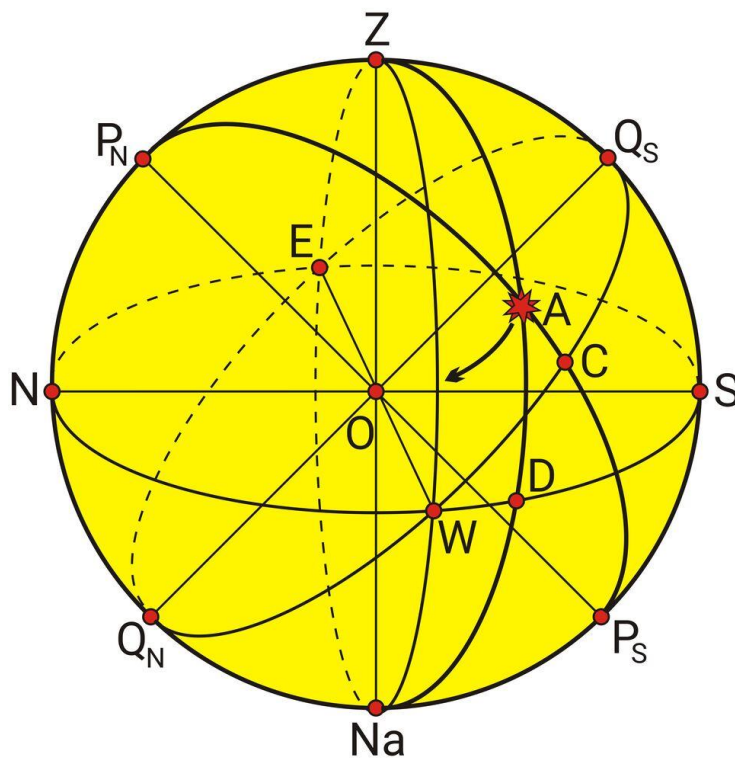
Максимальный балл за задание — 12

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_SWQ_NE
- $WZENa$
- $NESW$

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_SWQ_NE 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:

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

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

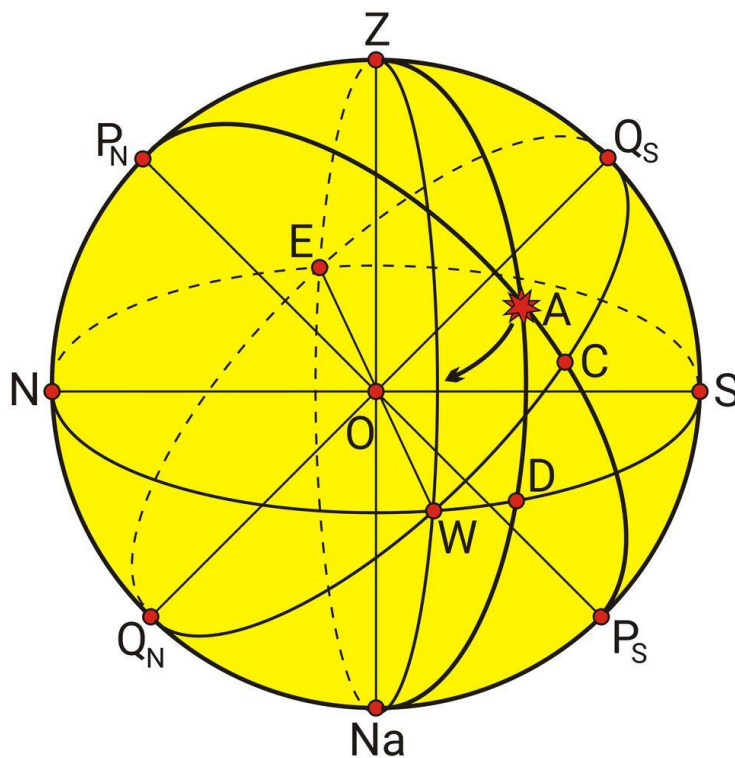
Решение.

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
- Na

- 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
- $2(90^\circ - \phi)$

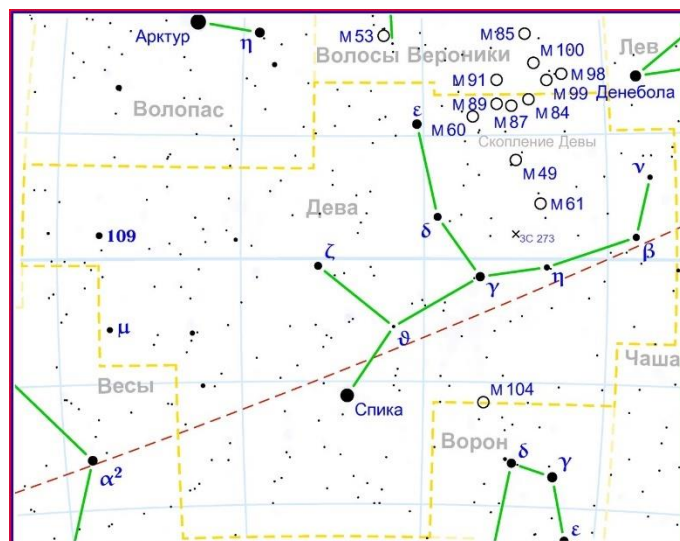
Точное совпадение ответа — 2 балла

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:

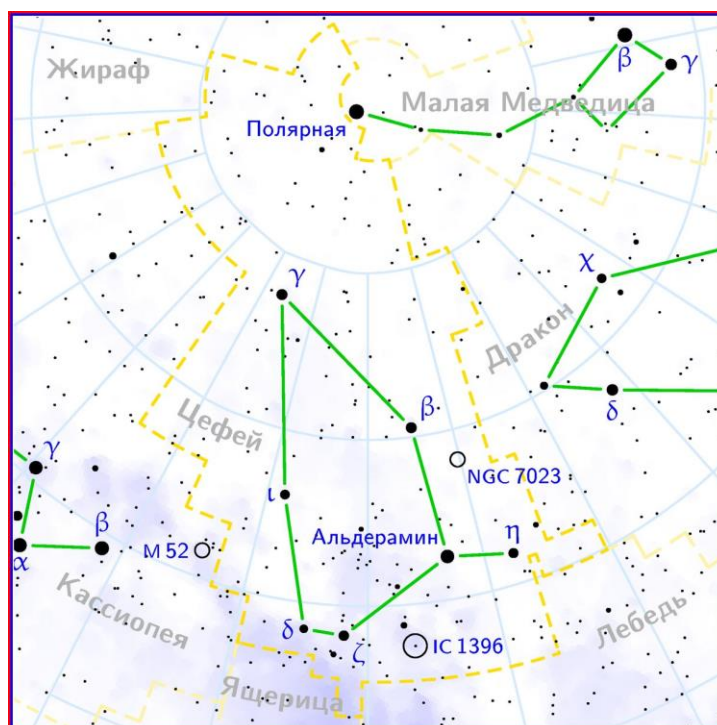
$$\bar{N}_S^{ob} = [n_S \cdot \Omega_{\text{об}}] = 18 \text{ звёзд}, \quad (2)$$

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 (годичным) 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