

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

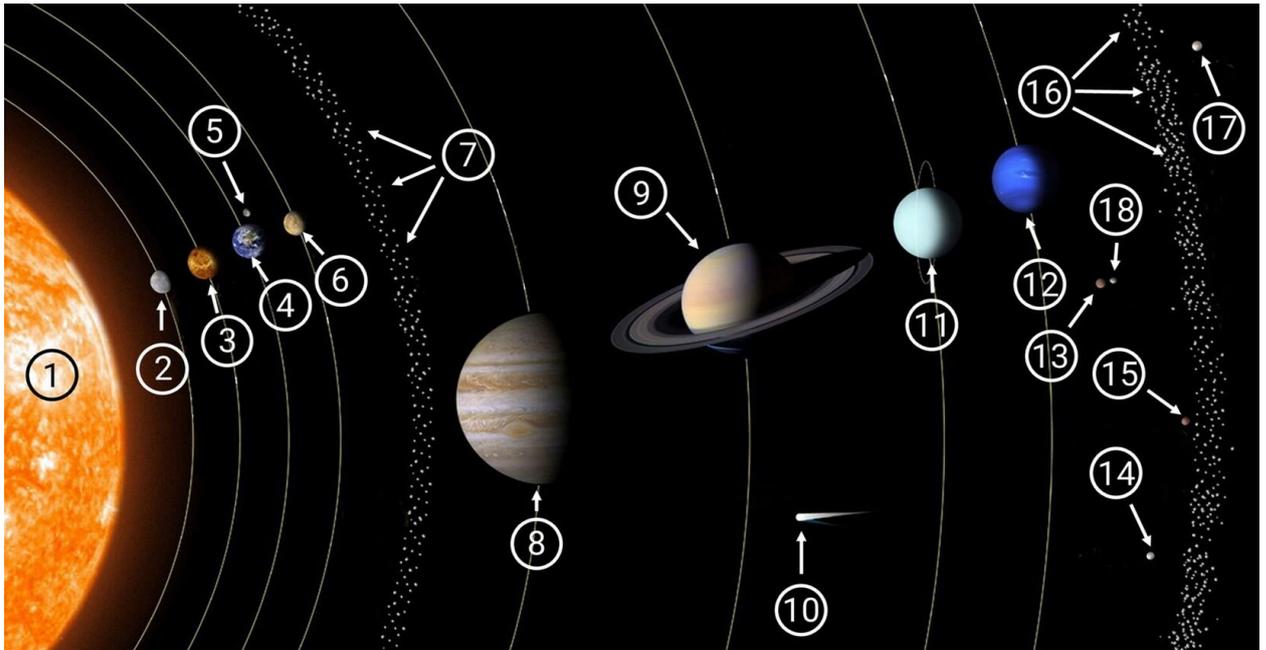
Максимальный балл за задание — 6

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

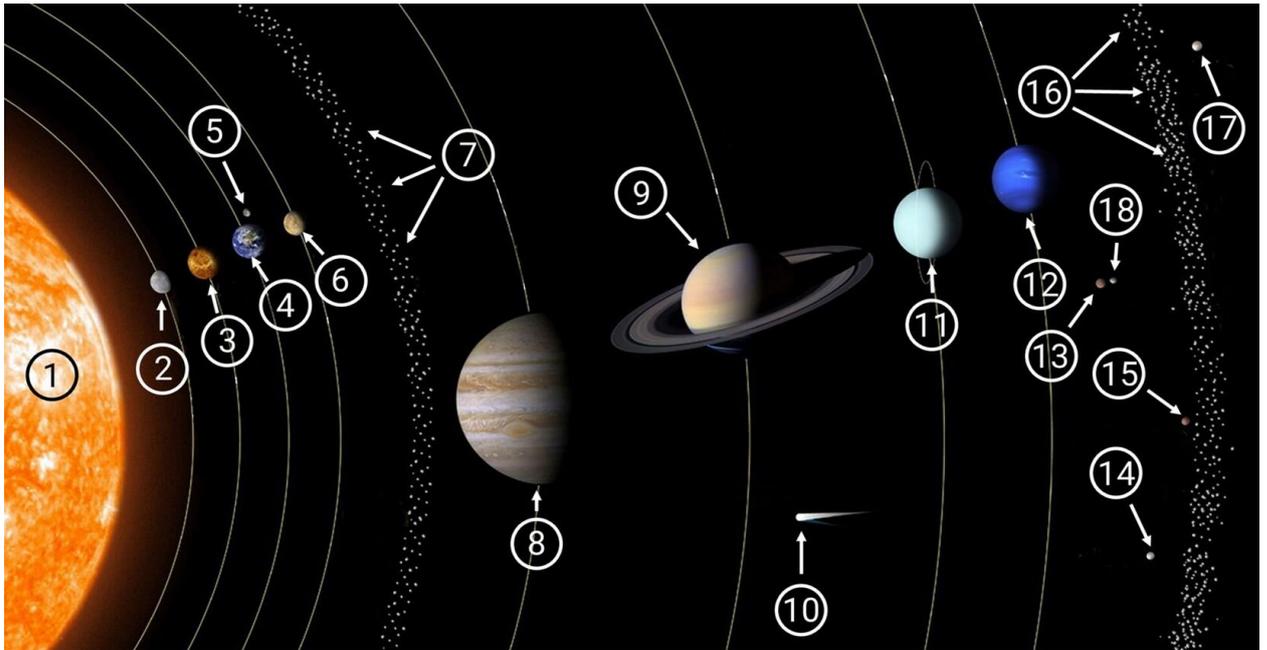
Решение.

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

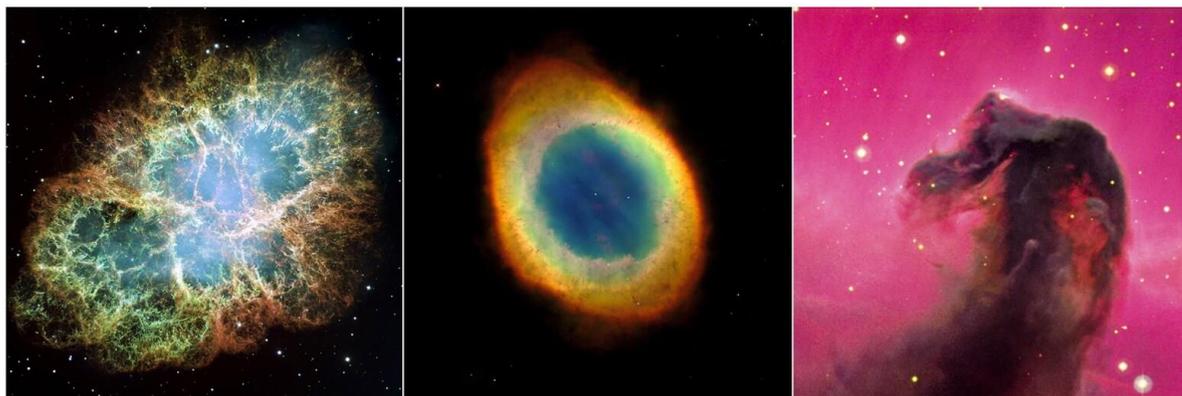
Максимальный балл за задание — 14

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

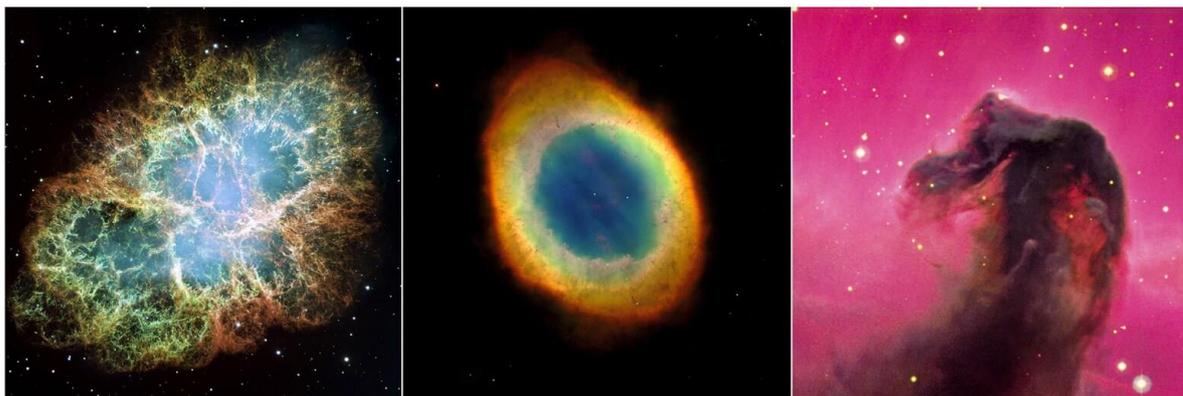
Решение.

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

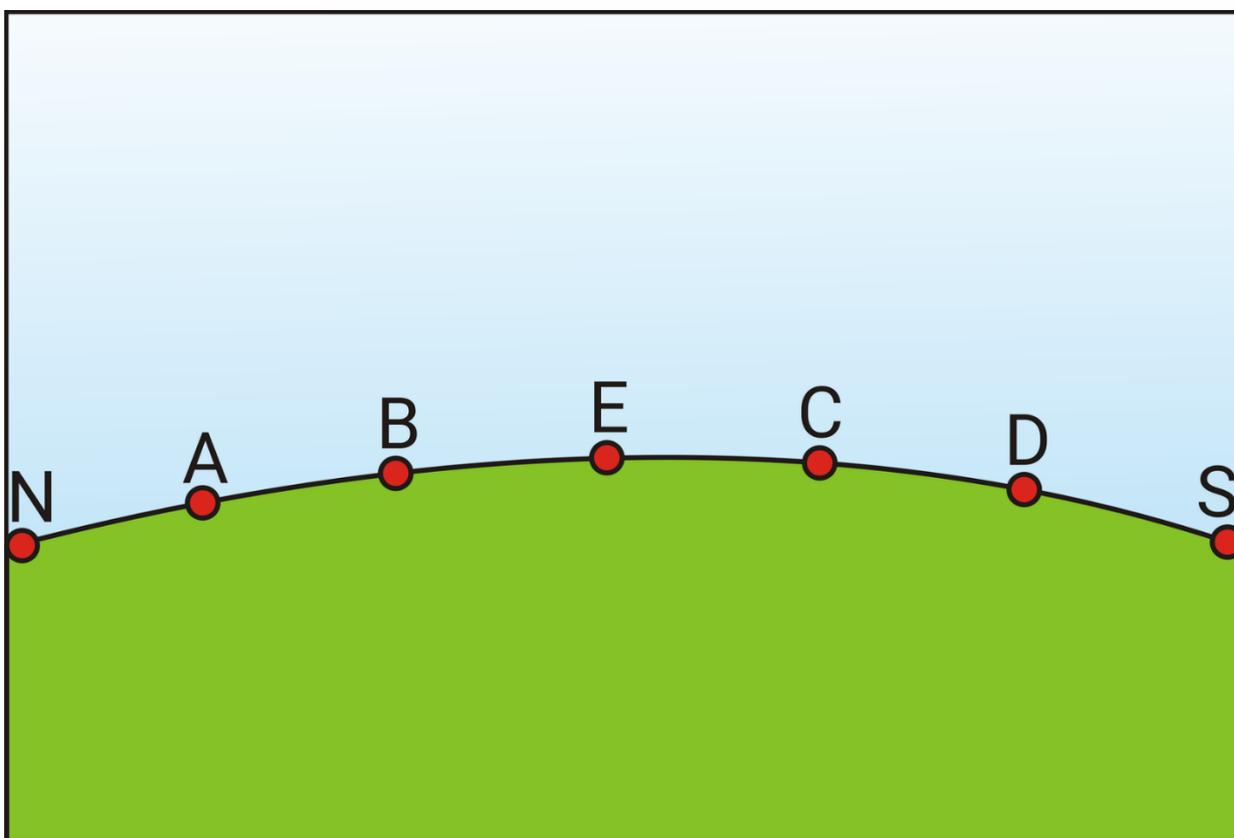
Максимальный балл за задание — 11

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

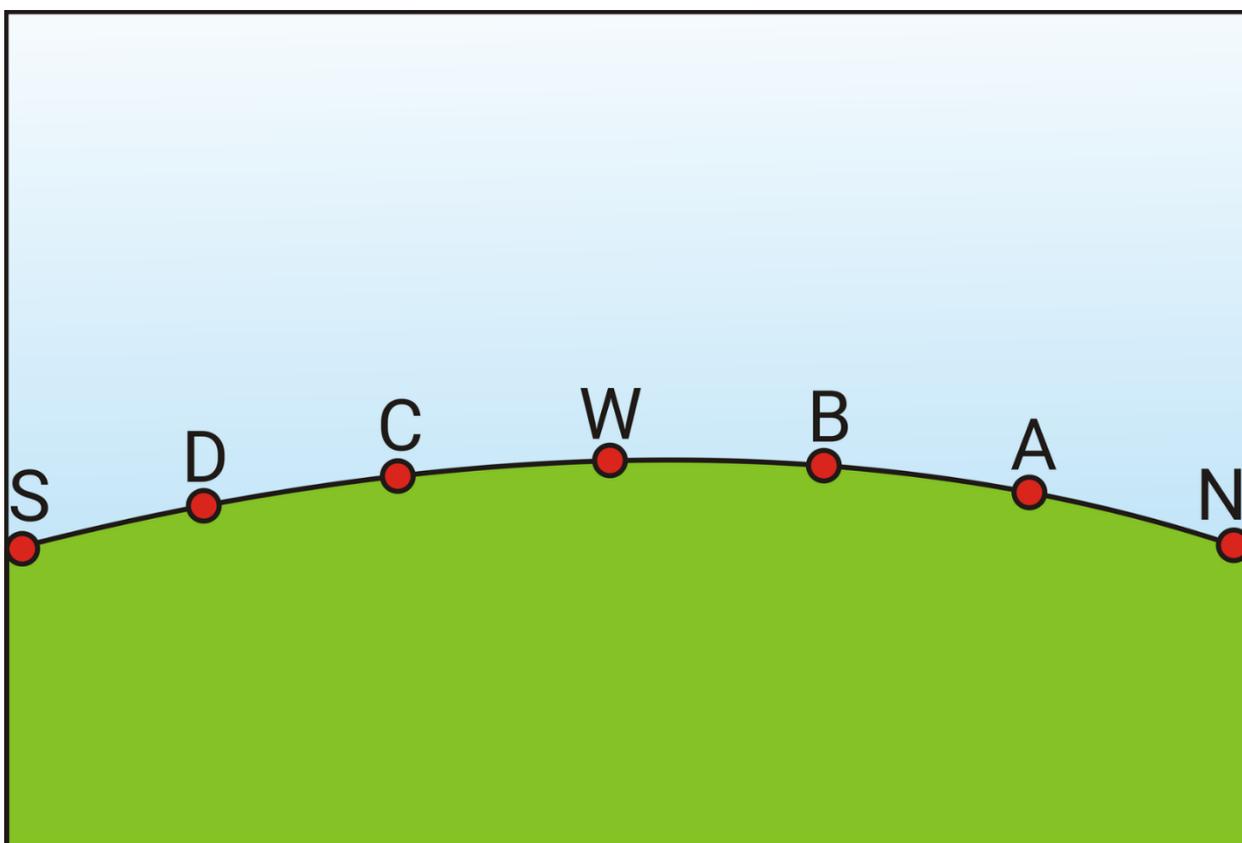
Решение.

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.

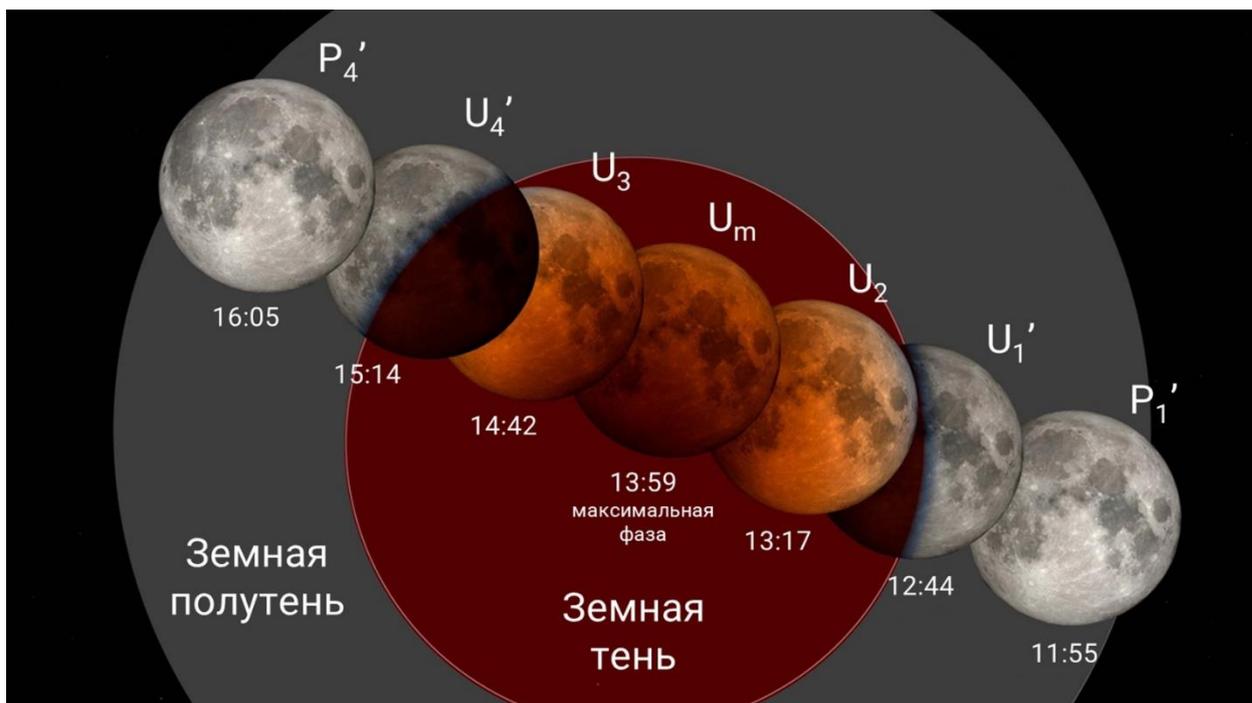
Фаза P1 была достигнута в момент $t_1 = 21$ час 01 мин, а P4 — в момент $t_2 = 01$ час 26 мин. Следовательно, продолжительность лунного затмения между фазами P1 и P4:

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

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

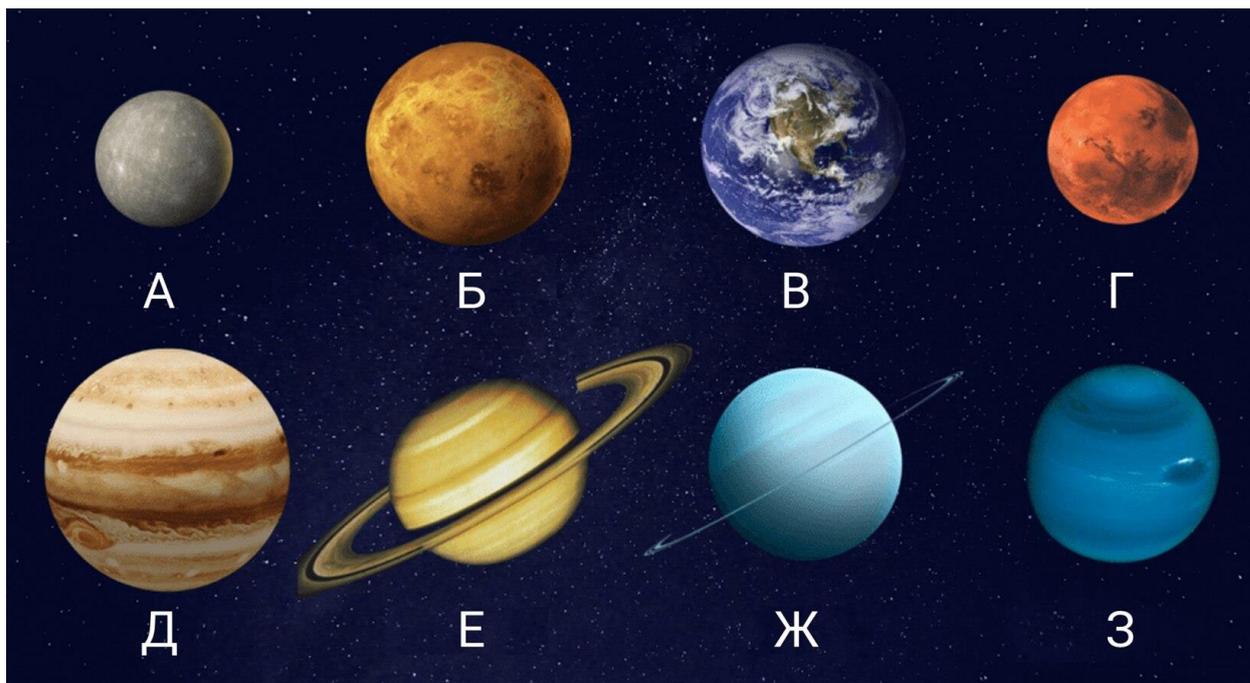
Задание № 6.1

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.

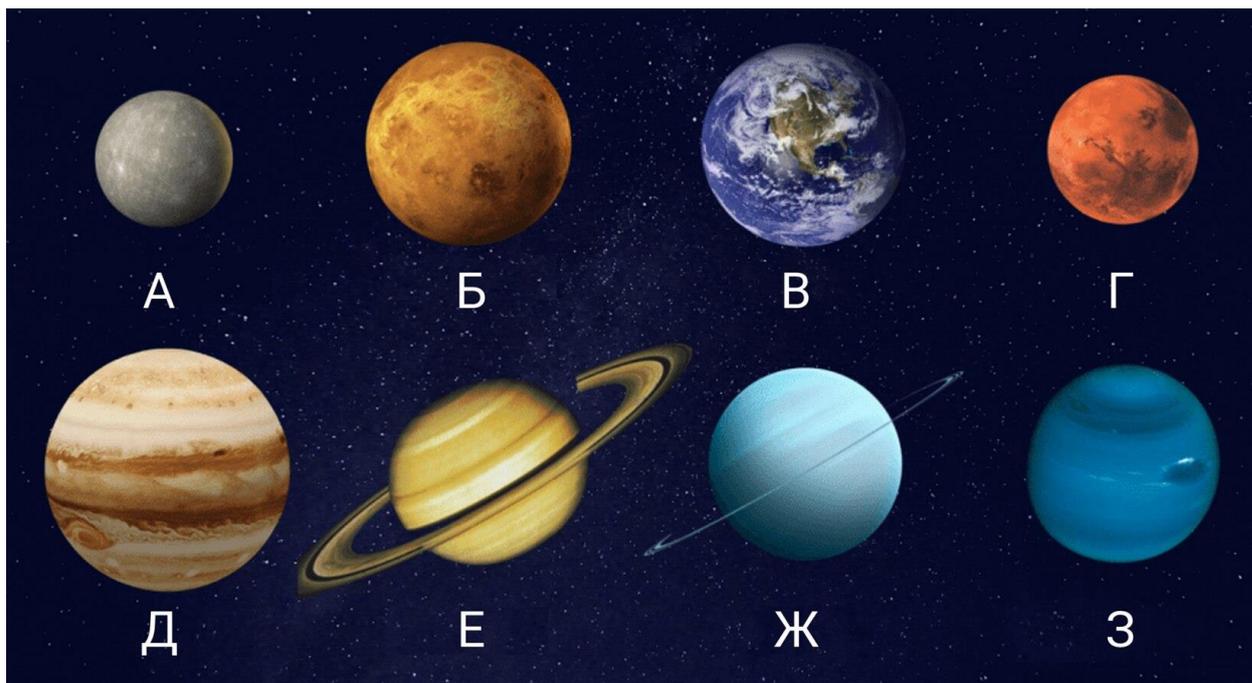
Задание № 6.2

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

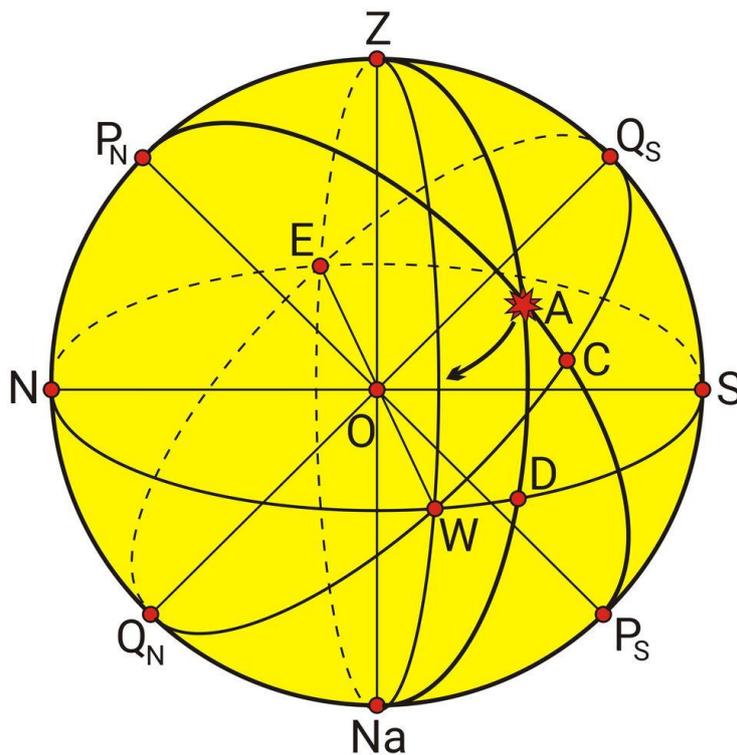
Максимальный балл за задание — 14

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_NA P_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 $\angle NOS = \angle NOPN + 90^\circ + \angle SOQS$, 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° .

- 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

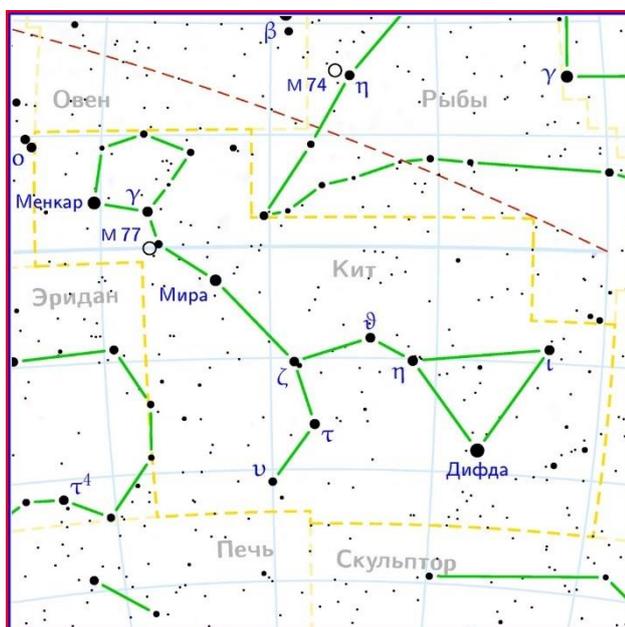
Максимальный балл за задание — 12

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:

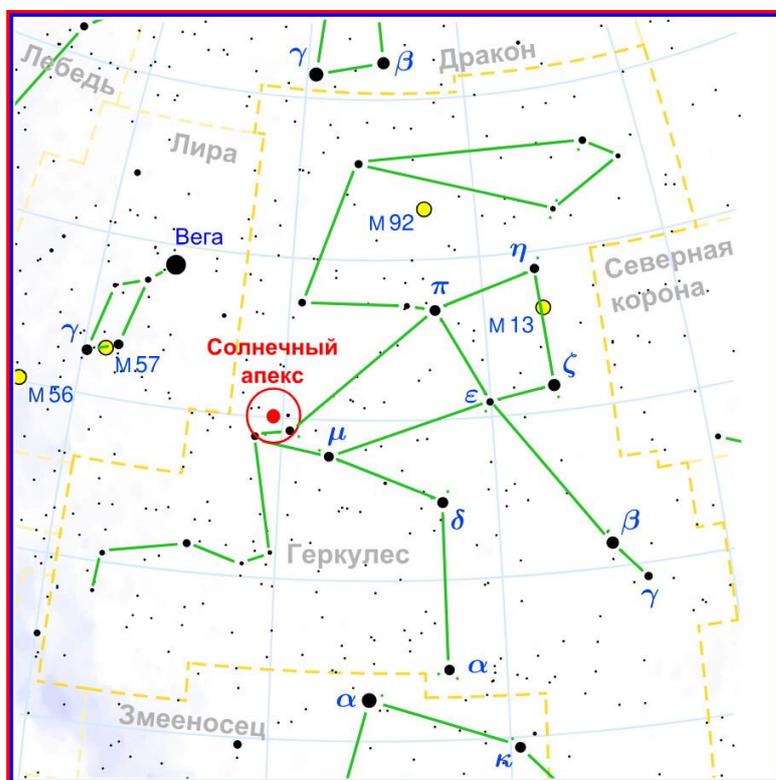
$$\bar{N}_S^{ob} = [n_S \cdot \Omega_{\text{об}}] = 16 \text{ звёзд.}$$

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 посылки 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 посылки 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 посылки 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

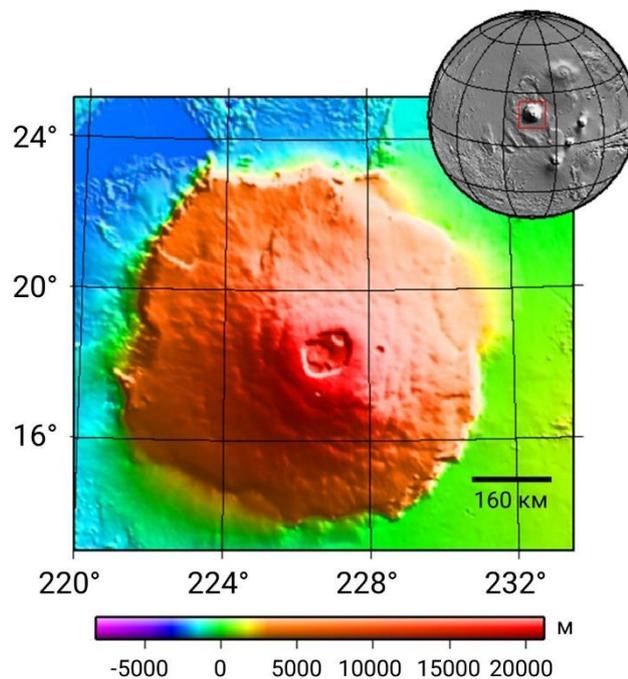
Максимальный балл за задание — 5

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.