

Разбор заданий школьного этапа ВсОШ по астрономии для 5 класса

(группа № 4)

2021/22 учебный год

Максимальное количество баллов — 48

Задание № 1

Общее условие:

Вам представлен список некоторых созвездий небосвода Земли. Выберите те созвездия, названия которых означают живых существ (реальных или мифических), обитающих преимущественно под водой.

Варианты ответов:

- Андромеда
- Большая Медведица
- Волосы Вероники
- Дельфин
- Кит
- Рыбы
- Персей
- Треугольник
- Рак
- Ящерица

Ответ:

- Дельфин
- Кит
- Рыбы
- Рак

Каждый правильный выбор — 1 балл

Максимальный балл за задание — 4

Условие:

Через какие из этих созвездий проходит годичный путь Солнца?

Варианты ответов

- Андромеда
- Большая Медведица
- Дельфин
- Волосы Вероники
- Кит
- Рыбы
- Персей
- Треугольник
- Рак
- Ящерица

Правильный ответ:

- Рыбы
- Рак

Каждый правильный выбор — 2 балла

Максимальный балл за задание — 4

Решение.

Очевидно, Дельфин, Кит, Рыбы, Рак обитают преимущественно под водой. Как известно, Солнце проходит в течение года 13 созвездий. Из этих созвездий здесь представлены лишь Рыбы и Рак.

Задание № 2

Общее условие:

На рисунке представлена часть Млечного Пути с его некоторыми яркими звездами.



Условие:

Как называются созвездия, которым принадлежат ярчайшие звезды, представленные на данной фотографии? Выберите два различных названия из списка.

Варианты ответа:

- Андромеда
- Близнецы
- Водолей
- Возничий
- Волопас
- Лебедь
- Лира
- Орел
- Орион
- Пегас
- Персей
- Рак

- Рыбы
- Телец
- Ящерица

Правильный ответ:

- Лира
- Лебедь

Каждый правильный ответ — 3 балла

Максимальный балл за задание — 6

Условие:

Как называется самая яркая звезда, представленная на данной фотографии (вблизи нижней границы кадра)?

Варианты ответа:

- Акрукс
- Альдебаран
- Альтаир
- Антарес
- Арктур
- Ахернар
- Бетельгейзе
- Вега
- Канопус
- Капелла
- Процион
- Ригель
- Сириус
- Солнце
- Хадар

Правильный ответ: Вега

Точное совпадение ответа — 2 балла

Решение.

На фотографии, очевидно, представлена область небосвода, содержащая Млечный путь и ярчайшие звезды созвездий Лиры и Лебедя. В частности, на это указывают четко видимые астеризмы Параллелограмм Лиры и Северный крест Лебедя. Самой яркой звездой на данной фотографии является Вега (Альфа Лиры).

Задание № 3

Общее условие:

В какой фазе должна находиться Луна, чтобы фотосъемка объектов глубокого космоса (туманностей, галактик, звездных скоплений) была наиболее успешной?

Варианты ответов:

- Новолуние
- Первая четверть
- Полнолуние
- Последняя четверть

Правильный ответ:

- Новолуние

Точное совпадение ответа — 4 балла

Условие:

Вашему вниманию представлен отрывок из стихотворения А.С. Пушкина «На небесах печальная луна...»:

На небесах печальная луна
Встречается с веселою зарею,
Одна горит, другая холодна.
Заря (утренняя) блестит невестой молодою,
Луна пред ней, как мертвая, бледна...

Между какими фазами должна находится Луна, чтобы она была видна на небе вместе с утренней зарей?

Варианты ответов

- Между новолунием и первой четвертью
- Между первой четвертью и полнолунием
- Между полнолунием и последней четвертью
- Между последней четвертью и новолунием

Правильный ответ:

- Между последней четвертью и новолунием

Точное совпадение ответа — 4 балла

Решение:

Как известно, объекты глубокого космоса (туманности, галактики, звездные скопления) это, как правило, тусклые и протяженные структуры, которые можно увидеть или сфотографировать наиболее успешно лишь в самое темное время суток, вдали от источников искусственного освещения и лунного света. Вблизи новолуния Луна располагается между Солнцем и Землей и фактически ночью не может отбрасывать свет в сторону Земли, уменьшая тем самым помехи для наблюдения указанных объектов.

Если Луна видна на фоне утренней зари, то, очевидно, что Луна взошла раньше Солнца, но при этом она уже близка к новолунию. Следовательно, событие, описанное в стихотворении А.С. Пушкина, произошло между последней четвертью и новолунием.

Задание № 4

Общее условие:

У какой планеты Солнечной системы существуют два спутника, названия которых с греческого переводятся как «страх» и «ужас»? В ответе укажите только название планеты в именительном падеже.

Варианты ответов:

- Венера
- Земля
- Марс
- Меркурий
- Нептун
- Сатурн
- Уран
- Юпитер

Правильный ответ: Марс

Условие:

Как сейчас называются эти спутники в астрономии? Выберите два различных названия из списка.

Варианты ответов:

- Ариэль
- Ганимед
- Деймос
- Диона
- Европа
- Ио
- Калисто
- Луна
- Миранда
- Оберон
- Рея

- Тефия
- Титан
- Титания
- Тритон
- Умбриэль
- Фобос
- Япет

Правильный ответ:

- Фобос
- Деймос

Условие:

Какой номер в порядке удаленности планет от Солнца у данной планеты?

Правильный ответ: 4

Каждый правильный ответ — 2 балла

Максимальный балл за задание — 8

Решение.

Как известно, у Марса существуют два малых спутника, называемых Фобос и Деймос. Их названия с греческого переводятся как «страх» и «ужас». Марс – это четвертая планета (после Меркурия, Венеры и Земли) в порядке удаления от Солнца.

Задание № 5

Общее условие:

Как известно, в астрономии выделяют 4 астрономических сезона: астрономическая весна, лето, осень и зима. Астрономическая весна наступает в день весеннего равноденствия (в 2021 году это произошло 20 марта, 09:37:27 по Всемирному времени), астрономическое лето – в день летнего солнцестояния (в 2021 году – это 21 июня, 03:32:08), астрономическая осень – в день осеннего равноденствия (в 2021 году – это 22 сентября, 19:21:03), астрономическая зима – в день зимнего солнцестояния (в 2021 году – это 21 декабря, 15:59:16). Весеннее равноденствие в 2022 году наступит 20 марта, 15:33:23 по Всемирному времени.

Условие:

Какой из астрономических сезонов имеет наименьшую продолжительность?

Варианты ответов

- Астрономическая весна
- Астрономическое лето
- Астрономическая осень
- Астрономическая зима

Правильный ответ:

- Астрономическая зима

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

Какой из астрономических сезонов самый продолжительный?

Варианты ответов

- Астрономическая весна
- Астрономическое лето
- Астрономическая осень
- Астрономическая зима

Правильный ответ:

- **Астрономическое лето**

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

Каковы значения продолжительности в 2021 году выбранных сезонов, выраженные в сутках (округлив до целых)?

Количество суток в самом коротком астрономическом сезоне:

Правильный ответ: 89

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

Количество суток в самом продолжительном астрономическом сезоне:

Правильный ответ: 94

Точное совпадение ответа — 2 балла

Решение.

Астрономическая весна 2021 года.

11 суток (с 20 по 31 марта) + 30 суток (апрель-месяц) + 31 сутки (май-месяц) + 21 сутки (часть июня-месяца) + $(03:32:08 - 09:37:27) \approx 93$ суток.

Астрономическое лето 2021 года.

9 суток (с 21 по 30 июня) + 31 сутки (июль-месяц) + 31 сутки (август-месяц) + 22 сутки (часть сентября-месяца) + $(19:21:03 - 03:32:08) \approx 94$ суток.

Астрономическая осень 2021 года.

8 суток (с 23 по 30 сентября) + 31 сутки (октябрь-месяц) + 30 суток (ноябрь-месяц) + 21 сутки (часть декабря-месяца) + $(15:59:16 - 19:21:03) \approx 90$ суток.

Астрономическая зима 2021-2022 гг.

10 суток (с 22 по 31 декабря) + 31 сутки (январь-месяц) + 28 суток (февраль-месяц) + 20 суток (часть декабря-месяца) + $(15:33:23 - 09:37:27) \approx 89$ суток.

Из представленных вычислений, очевидно, что самый короткий астрономический сезон имеет продолжительность, равную 89 сут, а самый продолжительный астрономический сезон – 94 сут.

Задание № 6.1

Общее условие:

Как известно, расстояние между Солнцем и Землей равно 150 млн км, а скорость распространения света равна 300 тыс. км/с. Вычислите время (в секундах) распространения света от Солнца до Земли.

Правильный ответ: 500

Точное совпадение ответа — 8 баллов

Решение.

Очевидно, что искомое время составляет:

$$t_p = \frac{s}{V} = \frac{150 \text{ млн. км}}{300 \text{ тыс. км/с}} = 500 \text{ с.}$$

Задание № 6.2

Общее условие:

Как известно, в недрах Солнца каждую секунду сгорает 4.25 млн тонн звездного вещества, превращаясь в солнечный свет и поток нейтрино, покидающих Солнце. Насколько уменьшится масса Солнца (в млн. тонн) за то время, пока свет распространяется от Солнца до Земли (8 мин 20с)?

Правильный ответ: 2125

Точное совпадение ответа — 8 баллов

Решение.

Очевидно, что искомое значение уменьшения массы Солнца составляет:

$$\Delta m_{\odot} = 4.25 \text{ млн тонн} \cdot 500 \text{ с} = 2125 \text{ млн тонн.}$$

Задание № 6.3

Общее условие:

Как известно, Земля движется по орбите вокруг Солнца со средней скоростью 30 км/с. Какое расстояние пройдет Земля по орбите за то время, пока свет распространяется от Солнца до Земли (8 мин 20 с)? Ответ укажите в километрах.

Правильный ответ: 15000

Точное совпадение ответа — 8 баллов

Решение.

Очевидно, что искомое время составляет $S = 30 \text{ км/с} \cdot 500 \text{ с} = 15000 \text{ км}$.

Разбор заданий школьного этапа ВсОШ по астрономии для 6-7 класса

(группа № 4)

2021/22 учебный год

Максимальное количество баллов — 48

Задание № 1

Общее условие:

Вам представлен список некоторых созвездий небосвода Земли. Выберите те созвездия, названия которых определяют не существующих в природе мифических животных.

Варианты ответов:

- Андромеда
- Дракон
- Волопас
- Единорог
- Орел
- Пегас
- Рак
- Феникс
- Хамелеон
- Центавр

Правильный ответ:

- Дракон
- Единорог
- Пегас
- Феникс
- Центавр

Каждый правильный выбор — 1 балл

Максимальный балл за задание — 5

Решение.

Очевидно, Дракон, Единорог, Пегас, Феникс, Центавр являются яркими примерами мифических животных, несуществующих в природе.

Условие:

Какие из выбранных вами в первом вопросе созвездий видны с территории России полностью или большей частью?

Варианты ответов

- Андромеда
- Дракон
- Волопас
- Единорог
- Орел
- Пегас
- Рак
- Феникс
- Хамелион
- Центавр

Правильный ответ:

- Дракон
- Единорог
- Пегас

Каждый правильный выбор — 1 балл

Максимальный балл за задание — 3

Решение.

Легко убедиться с помощью карты звездного неба, что с территории РФ видны полностью (или их большая часть) Дракон, Единорог, Пегас.

Задание № 2

Общее условие:

На рисунке представлена фотография созвездия, видимого полностью с территории России.



Условие:

Как называется это созвездие?

Варианты ответов:

- Андромеда
- Большая Медведица
- Волопас Геркулес
- Дракон
- Лев
- Малая Медведица
- Малый Пёс
- Овен
- Персей
- Рак
- Большой Пес
- Хамелеон
- Центавр
- Дева

Правильный ответ:

- Малая Медведица

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

Назовите самую яркую звезду этого созвездия.

Варианты ответов:

- Альдебаран
- Альтаир
- Альфа Центавра
- Антарес
- Арктур
- Бетельгейзе
- Вега
- Дубхе
- Канопус
- Кастор
- Полярная звезда
- Ригель
- Сириус
- Фомальгаут
- Хадар

Правильный ответ:

- Полярная звезда

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

В какой полусфере небосвода располагается данное созвездие?

Варианты ответа:

- Северная полусфера
- Южная полусфера

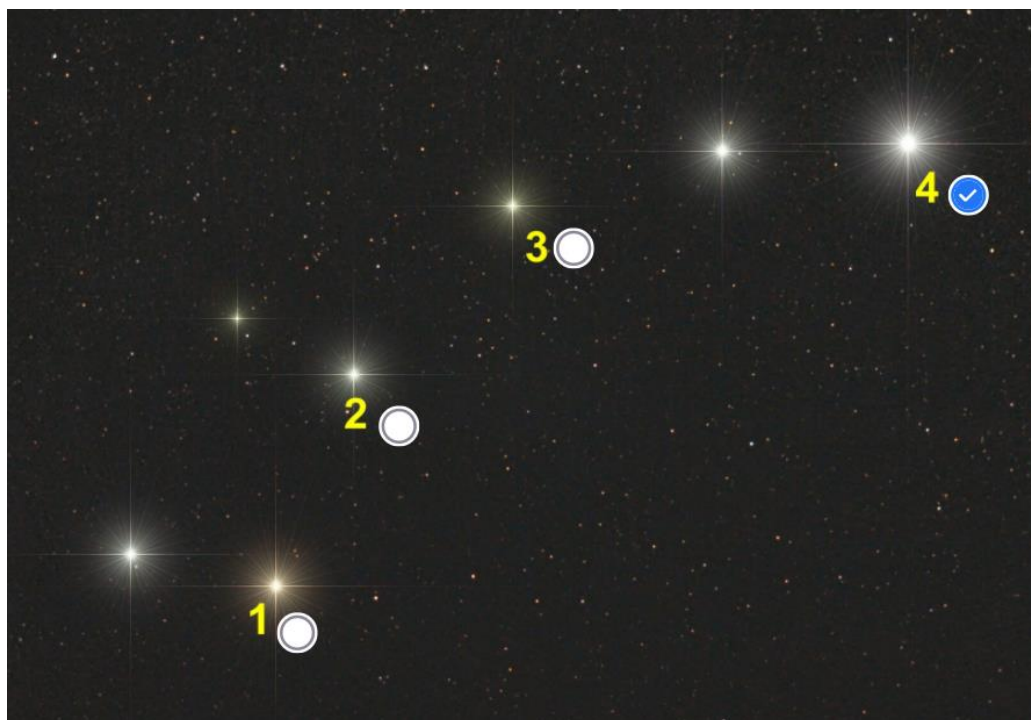
Правильный ответ:

- Северная полусфера

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

Укажите на картинке звезду, которая ближе других расположена к Северному полюсу мира.



Правильный ответ: 4

Точное совпадение ответа — 2 балла

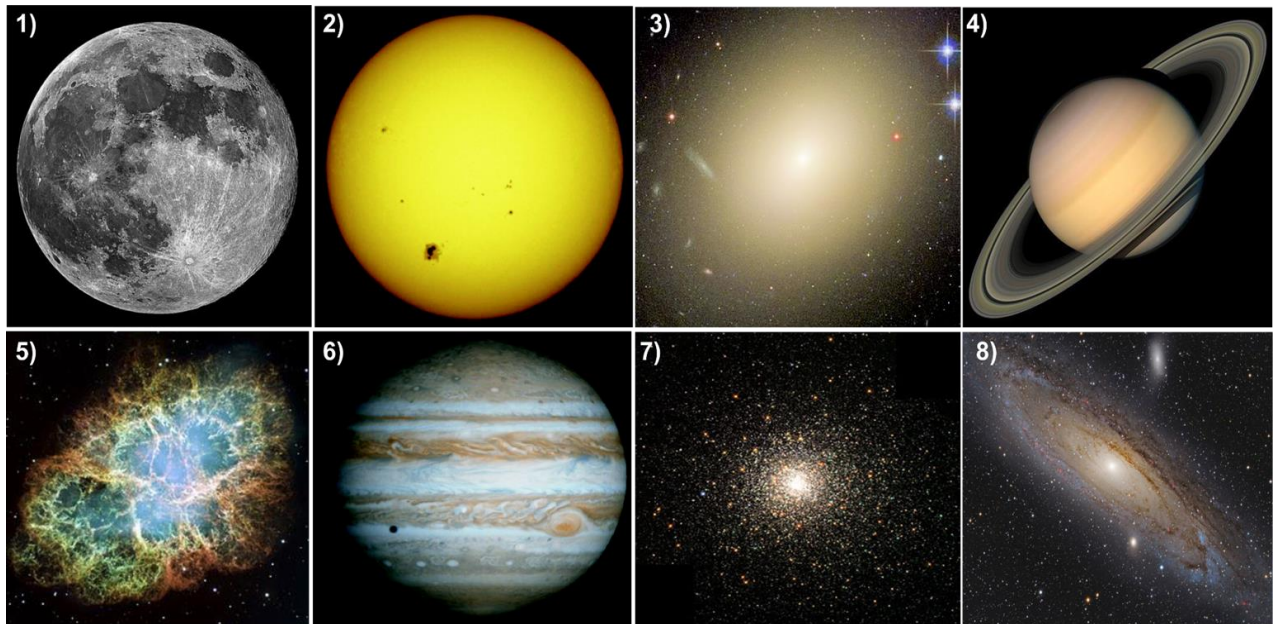
Решение.

Очевидно, на фотографии представлен астеризм Малый ковш, являющийся центральной частью созвездия Малая Медведица. Как известно, самой яркой звездой этого созвездия является Полярная звезда. Данное созвездие находится в окрестности северного полюса мира, и, следовательно, оно располагается в северной полусфере небосвода. С использованием карты звездного неба можно легко убедиться, что звезда под номером четыре располагается ближе всего к северному полюсу мира. Следует отметить, что это Полярная звезда.

Задание № 3

Общее условие:

На рисунке представлены космические объекты различных типов.



Условие:

Сопоставьте представленные объекты, относящиеся к Солнечной системе, с их именами собственными.

Варианты для соотнесения:

- | | |
|---|----------|
| 1 | Меркурий |
| 2 | Венера |
| 3 | Луна |
| 4 | Солнце |
| 5 | Сатурн |
| 6 | Юпитер |
| 7 | Уран |
| 8 | Марс |

Правильный ответ: 1 – Луна. 2 – Солнце. 4 – Сатурн. 6 – Юпитер.

Каждое верное соотнесение — 1 балл

Условие:

Определите типы объектов, **НЕ** принадлежащих Солнечной системе.

Варианты для соотнесения:

- | | |
|---|-------------------------------|
| 1 | Пульсар |
| 2 | Квazar |
| 3 | Рассеянное звездное скопление |
| 4 | Шаровое звездное скопление |
| 5 | Остаток сверхновой |
| 6 | Эллиптическая галактика |
| 7 | Спиральная галактика |
| 8 | Черная дыра |

Правильный ответ: 3 – Эллиптическая галактика, 5 – Остаток сверхновой, 7 – Шаровое звездное скопление, 8 – Спиральная галактика.

Каждое верное соотнесение — 1 балл

Решение.

На представленной мозаике образов космических объектов лишь 4 объекта принадлежат Солнечной системе. В частности, под номером 1 представлена Луна, под номером 2 – Солнце, под номером 4 – Сатурн и под номером 6 – Юпитер.

Таким образом получаем следующие пары: 1 – Луна, 2 – Солнце, 4 – Сатурн, 6 – Юпитер. Очевидно, что Солнечной системе не принадлежат оставшиеся объекты: под номером 5 – Крабовидная туманность, остаток сверхновой, располагающийся в нашей Галактике; под номером семь – шаровое скопление М 13, располагающееся в пределах нашей Галактики; под номером 8 представлена крупная соседняя спиральная галактика, Туманность Андромеды; под номером 3 – гигантская эллиптическая галактика М 87. Следовательно получаем следующие пары:

3 – Эллиптическая галактика, 5 – Остаток сверхновой, 7 – Шаровое звездное скопление, 8 – Спиральная галактика.

Задание № 4

Общее условие:

Астроном-любитель с территории вашего региона наблюдал в зрительную трубу, дающую прямое изображение объекта, серп Венеры. Зарисовка увиденного представлена на рисунке:



Условие:

В какое время суток астроном проводил наблюдения?

Варианты ответа:

- Вечер
- Ночь
- Утро
- День

Правильный ответ:

- Ночь
- Утро

Каждый правильный ответ — 2 балла

Условие:

В какой стороне света, относительно наблюдателя, находилась планета?

Варианты ответа:

- Север
- Юг
- Запад
- Восток

Правильный ответ:

- Восток

Точное совпадение ответа — 4 балла

Решение.

Как известно, фазы нижних планет (Меркурия, Венеры) аналогичны фазам Луны. Поскольку у Венеры освещена восточная часть видимого диска, значит планета располагалась на восточной стороне небосвода и была видна ночью или утром, перед восходом Солнца.

Задание № 5

Условие:

Какие из представленных материков расположены преимущественно в северном географическом полушарии?

Варианты ответов:

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

Правильный ответ:

- Евразия
- Африка
- Северная Америка

Каждый правильный ответ — 1 балл

Условие:

Длину земного экватора (длину большого круга) традиционно вычисляют как длину окружности, радиус которой равен 6378 км. Длина земного меридиана (полуокружности) согласно современным данным равна 20 004 км.

На сколько километров протяженность земного экватора больше протяженности полной окружности меридиана? Ответ округлите до целых.

Правильный ответ: принимается значение в диапазоне [40; 70]

Точное совпадение ответа — 3 балла

Условие:

За какое количество часов сможет пройти это количество километров человек, идущий с постоянной скоростью 5 км/ч?

Правильный ответ: принимается значение в диапазоне [8; 14]

Точное совпадение ответа — 2 балла

Решение.

Как известно, Евразия, Африка и Северная Америка расположены преимущественно в Северном полушарии. В этом легко убедиться, анализируя географическую карту мира.

Протяженность земного экватора можно определить, как:

$$Leq = 2 \cdot \pi \cdot R = 2 \cdot \pi \cdot 6378 \text{ км} = 40074 \text{ км.}$$

Значит разность протяженностей земного экватора и полной окружности меридиана есть

$$s = Leq - Lm = (40074 - 2 \cdot 20004) \text{ км} = \mathbf{66 \text{ км.}}$$

В связи с тем, что участники могут использовать число π с разным числом знаков после запятой, то допускается в качестве ответа число из следующего интервала – [40, 70] км.

Количество часов, за которые сможет пройти это количество километров человек, идущий с постоянной скоростью 5 км/ч, есть

$$t = \frac{s}{V} = \frac{66 \text{ км}}{5 \text{ км/ч}} = \mathbf{13,2 \text{ часа}}$$

Поскольку разность s определяется числом из интервала, то в качестве ответа для величины t допускается число из интервала [8, 14] часов.

Задание № 6

Общее условие:

В конце марта российский лесник выехал на автомобиле на осмотр вверенной ему лесной территории. Он начал свой путь в тот момент, когда Солнце было точно на закате, свет от которого падал ему в левое плечо. Двигаясь равномерно по прямой с постоянной скоростью $V_1 = 30$ км/ч, через $\Delta t_1 = 4$ часа после старта он повернул на 90° , так что Полярная звезда светила ему в правое плечо и вновь продолжил свое движение по прямой со скоростью $V_2 = 40$ км/ч. Спустя $\Delta t_2 = 3$ часа после поворота лесник наткнулся на большую группу браконьеров. Чтобы их задержать, он вызвал на помощь вертолет с сотрудниками полиции.

Условие:

В какой стороне света располагалось Солнце в момент начала движения лесника?

Варианты ответов:

- Север
- Юг
- Запад
- Восток

Правильный ответ:

- Запад

Точное совпадение ответа — 2 балла

Решение.

Конец марта примечателен днем весеннего равноденствия. В эти сутки Солнце совершает свое суточное движение вдоль небесного экватора, при этом светило восходит в точке востока и заходит в точке запада. Следовательно, в момент начала движения лесника Солнце располагалось на западе.

Условие:

В направлении какой стороны света начал свое движение лесник?

Варианты ответов:

- Север
- Юг
- Запад
- Восток

Правильный ответ:

- Север

Точное совпадение ответа — 2 балла

Решение.

Поскольку в момент начала движения свет от Солнца падал ему в левое плечо, то лесник был ориентирован лицом на север, в направлении которого он, очевидно, и начал свое движение.

Условие:

В направлении какой стороны света лесник продолжил свое движение после поворота?

Варианты ответов:

- Север
- Юг
- Запад
- Восток

Правильный ответ:

- Запад

Точное совпадение ответа — 2 балла

Решение.

После поворота Полярная звезда светила ему в правое плечо, значит лицом лесник был ориентирован на запад, в направлении которого, очевидно, он продолжил свое движение.

Условие:

В направлении каких сторон света лесник должен был обратить свой взор, чтобы увидеть приближающийся на помощь вертолет? Считайте, что точки старта движения автомобиля лесника и полицейского вертолета совпадали.

Варианты ответов:

- Северо-восток
- Юго-восток
- Юго-запад
- Северо-запад

Правильный ответ:

- Юго-восток

Точное совпадение ответа — 2 балла

Решение.

Поскольку лесник относительно своей точки старта сместился на северо-запад, а точки старта вертолета и лесника совпадали, значит относительно лесника вертолет находился на юго-востоке. Именно в этом направлении лесник должен был обратить свой взор, ожидая помощь.

Разбор заданий школьного этапа ВсОШ по астрономии для 8–9 класса

(группа № 4)

2021/22 учебный год

Максимальное количество баллов — 48

Задание № 1

Общее условие:

Вам представлен список некоторых созвездий небосвода Земли. Выберите те созвездия, названия которых определяют живых существ (реальных или мифических), способных летать:

Варианты ответов:

- Андромеда
- Лебедь
- Насос
- Муха
- Лисичка
- Орел
- Орион
- Павлин
- Стрела
- Пегас
- Секстант
- Тукан

Правильный ответ:

- Лебедь
- Муха
- Орел
- Павлин
- Пегас
- Тукан

Каждый правильный выбор — 1 балл

Максимальный балл за задание — 6 баллов

Решение.

Очевидно, названия созвездий Лебедь, Муха, Орел, Павлин, Пегас, Тукан олицетворяют живых существ (реальных или мифических), способных летать.

Условие:

Какие из выбранных вами в предыдущем вопросе созвездий проецируются (полностью или большей частью) на Млечный Путь и лучше всего видны летней ночью с территории Российской Федерации?

Варианты ответов:

- Андромеда
- Лебедь
- Насос
- Муха
- Лисичка
- Орел
- Орион
- Павлин
- Стрела
- Пегас
- Секстант
- Тукан

Правильный ответ:

- Лебедь
- Орел

Каждый правильный выбор — 1 балл

Максимальный балл за задание — 2

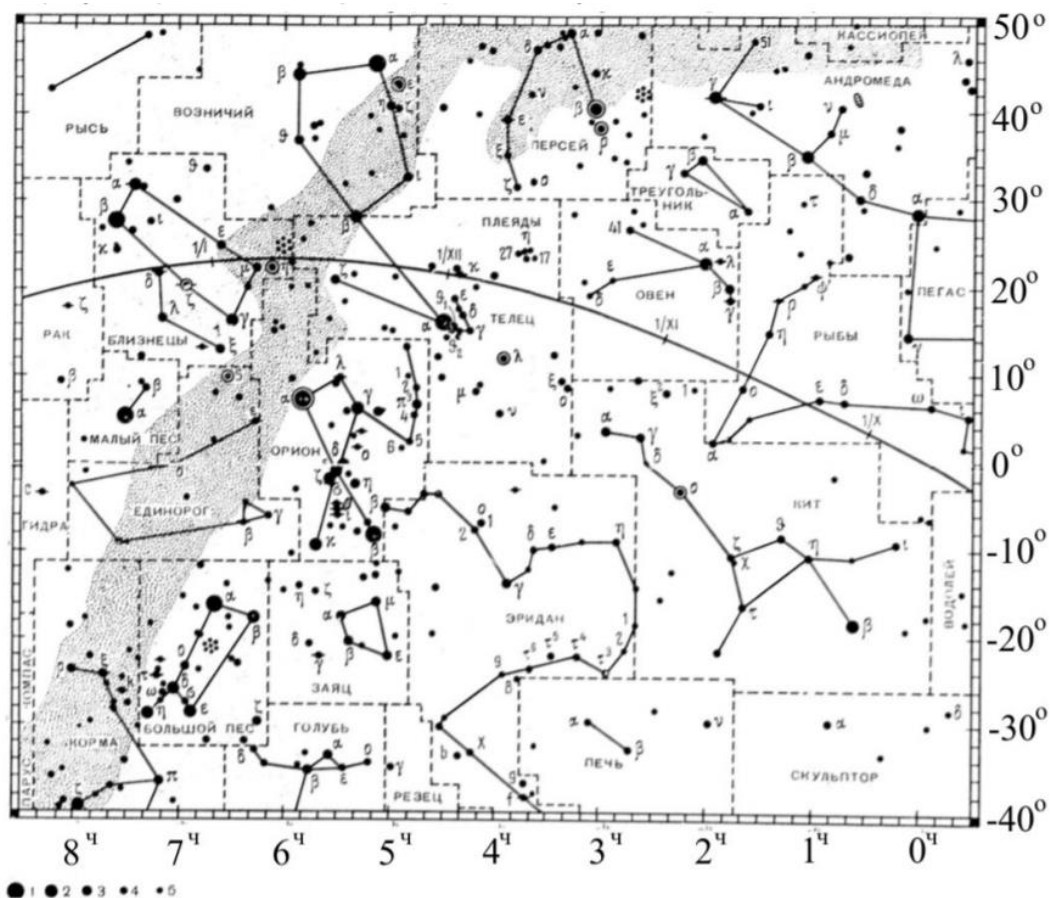
Решение.

С использованием карты звездного неба можно легко убедиться в том, что именно созвездия Лебедь и Орел проецируются (полностью или их большая часть) на Млечный путь. Данные созвездия лучше всего видны летней ночью с территории Российской Федерации, поскольку именно в этот сезон они находятся в наивысшем положении над горизонтом вблизи полуночи.

Задание № 2.1

Общее условие:

На рисунке представлена карта, отображающая участок звездного неба.



Условие:

Укажите, в каком созвездии будет видна Солнечная система для гипотетического наблюдателя, находящегося в окрестности Арктура, координаты которого, определенные у поверхности Земли, равны $\alpha_* = 14^h 16^m$, $\delta_* = +19^\circ 11'$

Варианты ответов:

- Андромеда
- Большой Пес
- Водолей
- Голубь
- Единорог
- Заяц
- Кит
- Корма

- Овен
- Орион
- Персей
- Рыбы
- Скульптор
- Треугольник
- Эридан

Правильный ответ:

- Кит

Точное совпадение ответа — 4 балла

Условие:

В какое время года условия наблюдений данного созвездия в РФ являются наилучшими?

Варианты ответов:

- Зима
- Весна
- Лето
- Осень

Правильный ответ:

- Осень

Точное совпадение ответа — 4 балла

Решение.

Согласно условию задачи, экваториальные координаты Арктика, определенные у поверхности Земли, есть – $\alpha_* = 14^h 16^m$, $\delta_* = +19^\circ 11'$. Если посмотреть из окрестности Арктика на Солнечную систему, то последняя будет видна в диаметрально противоположной точке небесной сферы (по отношению к положению данной звезды), координаты которой очевидно будут

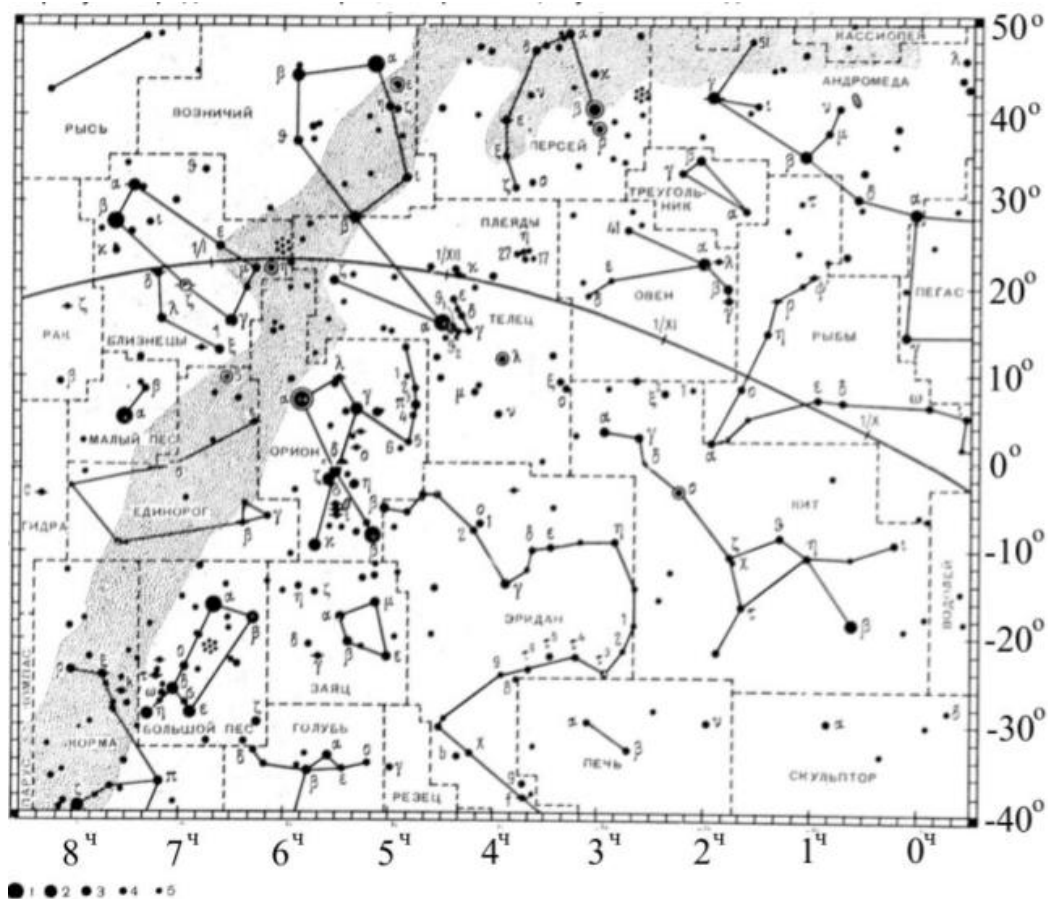
$$a_{ss} = \alpha_* - 12^h = 2^h 16, \delta_{ss} = -\delta_* = -19^\circ 11'$$

Согласно карте звездного неба, эта точка принадлежит созвездию Кита. Последнее созвездие, очевидно, лучше всего видно осенью, поскольку оно расположено непосредственно под созвездиями Рыбы и Овен, которые проходит Солнце весной, и которые лучше всего видны в ночное время осенью.

Задание № 2.2

Общее условие:

На рисунке представлена карта, отображающая участок звездного неба.



Укажите, в каком созвездии будет видна Солнечная система для гипотетического наблюдателя, находящегося в окрестности Веги, координаты которого, определённые у поверхности Земли, равны $\alpha_* = 18^{\text{h}}40^{\text{m}}$, $\delta_* = +39^\circ$.

Варианты ответов:

- Андромеда
- Большой Пес
- Водолей
- Голубь
- Единорог
- Заяц
- Кит
- Корма

- Овен
- Орион
- Персей
- Рыбы
- Скульптор
- Треугольник
- Эридан

Правильный ответ:

- Корма

Точное совпадение ответа — 4 балла

Условие:

В какое время года условия наблюдений данного созвездия в РФ являются наилучшими?

- Зима
- Весна
- Лето
- Осень

Правильный ответ:

- Зима

Точное совпадение ответа — 4 балла

Решение.

Согласно условию задачи, экваториальные координаты Веги, определенные у поверхности Земли, есть $\alpha_* = 18^h 40^m$, $\delta_* = +39^\circ$. Если посмотреть из окрестности Веги на Солнечную систему, то последняя будет видна в диаметрально противоположной точке небесной сферы (по отношению к положению данной звезды), координаты которой очевидно будут

$$\alpha_{SS} = \alpha_* - 12^h = 6^h 40^m, \delta_{SS} = -\delta_* = -39^\circ 11'.$$

Согласно карте звездного неба, эта точка принадлежит созвездию Кормы. Последнее созвездие, очевидно, лучше всего видно зимой, поскольку оно расположено непосредственно под созвездиями Близнецы и Рак, которые проходит Солнце летом, и которые лучше всего видны в ночное время зимой.

- Овен
- Орион
- Персей
- Рыбы
- Скульптор
- Треугольник
- Эридан

Правильный ответ:

- Единорог

Точное совпадение ответа — 4 балла

Условие:

В какое время года условия наблюдений данного созвездия в РФ являются наилучшими?

Варианты ответов:

- Зима
- Весна
- Лето
- Осень

Правильный ответ:

- Зима

Точное совпадение ответа — 4 балла

Решение.

Согласно условию задачи, экваториальные координаты Альтаира, определенные у поверхности Земли, есть $\alpha_* = 19^h 50^m$, $\delta_* = +9^\circ$. Если посмотреть из окрестности Альтаира на Солнечную систему, то последняя будет видна в диаметрально противоположной точке небесной сферы (по отношению к положению данной звезды), координаты которой очевидно будут

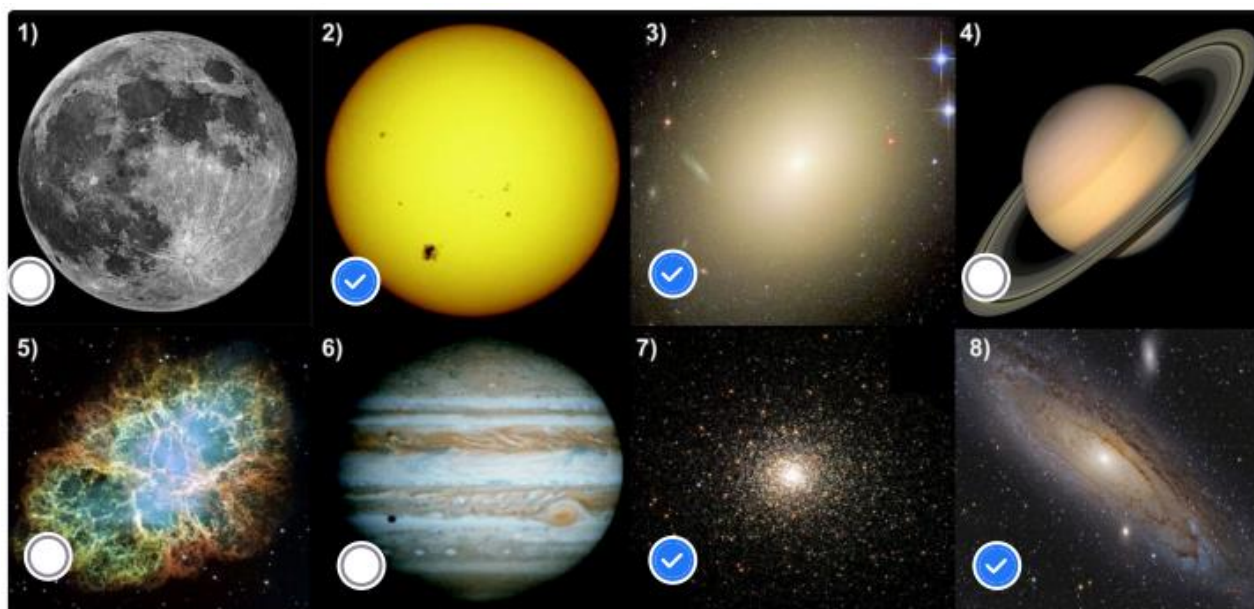
$$\alpha_{SS} = \alpha_* - 12^h = 7^h 50^m, \delta_{SS} = -\delta_* = -9^\circ.$$

Согласно карте звездного неба, эта точка принадлежит созвездию Единорог. Последнее созвездие, очевидно, лучше всего видно зимой, поскольку оно расположено непосредственно под созвездиями Близнецы и Рак, которые проходит Солнце летом, и которые лучше всего видны в ночное время зимой.

Задание № 3

Общее условие:

Выберите все рисунки, на которых содержатся обычные звезды или присутствуют объекты, состоящие, главным образом, из обычных звезд:



Условие:

Расположите номера всех приведенных объектов в порядке увеличения их линейных размеров. Ответ представьте в виде последовательности цифр (например, 123456).

Правильный ответ: 16425783

Точное совпадение ответа — 4 балла

Решение.

Очевидно, на рис. 2) представлено Солнце, которое можно смело назвать обычной звездой; на рис. 3) представлена гигантская эллиптическая галактика M87, содержащая более триллиона обычных звезд. На рис. 7) представлено шаровое скопление M 13, содержащее несколько сотен тысяч обычных звезд и, наконец, на рис. 8) представлена спиральная галактика Туманность Андромеды, которая содержит около триллиона обычных звезд. Т.о., имеем последовательность цифр вида:

2, 3, 7, 8.

Все представленные объекты в порядке увеличения их размеров можно представить следующей последовательностью: 1) Луна (диаметр составляет 3476 км), 6) Юпитер

(диаметр планеты –143 тыс. км), 4) Сатурн (диаметр планеты вместе с кольцами, представленными на рисунке, составляет 273.55 тыс. км), 2) Солнце (1.39 млн. км), 5) Крабовидная туманность, остаток сверхновой звезды (наибольший диаметр ≈ 3.5 пк), 7) Шаровое скопление М 13 (диаметр скопления составляет 44.5 пк), 8) спиральная галактика Туманность Андромеды (диаметр галактики оценивается в 62 тыс. пк), 3) эллиптическая галактика М 87 (ее диаметр составляет около 300 тыс. пк). Т.о. получаем следующую последовательность цифр:

1, 6, 4, 2, 5, 7, 8, 3.

Задание № 4.1

Общее условие:

Чему равны горизонтальные координаты (астрономический азимут и зенитное расстояние) экваториальной звезды (с нулевым склонением), находящейся в верхней кульминации, для наблюдателя в г. Самаре ($\varphi_S = 53^\circ$)? Ответ выразите в градусах и впишите в соответствующие ячейки в числовом виде (например, 11).

Условие:

Астрономический азимут, $^\circ$:

Правильный ответ: 0

Точное совпадение ответа — 4 балла

Условие:

Зенитное расстояние, $^\circ$:

Правильный ответ: 53

Точное совпадение ответа — 4 балла

Решение.

Как известно, зенитное расстояние светила в верхней кульминации к югу от зенита определяется выражением вида:

$$z = \varphi - \delta_* = 53^\circ - 0^\circ = 53^\circ,$$

здесь учтено, что склонение экваториальной звезды $\delta_* = 0^\circ$. Поскольку звезда находится в верхней кульминации, следовательно, она расположена в плоскости небесного меридиана, который проходит через точку юга. Последняя служит началом отсчета азимута светила, следовательно, азимут звезды равен нулю, т.е. $A_* = 0^\circ$.

Задание № 4.2

Общее условие:

Чему равны горизонтальные координаты (астрономический азимут и зенитное расстояние) экваториальной звезды (с нулевым склонением), находящейся в верхней кульминации, для наблюдателя в г. Москве ($\varphi_S = 56^\circ$)? Ответ выразите в градусах и впишите в соответствующие ячейки в числовом виде (например, 11).

Условие:

Астрономический азимут, $^\circ$:

Правильный ответ: 0

Точное совпадение ответа — 4 балла

Условие:

Зенитное расстояние, $^\circ$:

Правильный ответ: 56

Точное совпадение ответа — 4 балла

Решение.

Как известно, зенитное расстояние светила в верхней кульминации к югу от зенита определяется выражением вида:

$$z = \varphi - \delta_* = 56^\circ - 0^\circ = 56^\circ,$$

здесь учтено, что склонение экваториальной звезды $\delta_* = 0^\circ$. Поскольку звезда находится в верхней кульминации, следовательно, она расположена в плоскости небесного меридиана, который проходит через точку юга. Последняя служит началом отсчета азимута светила, следовательно, азимут звезды равен нулю, т.е. $A_* = 0^\circ$.

Задание № 4.3

Общее условие:

Чему равны горизонтальные координаты (астрономический азимут и зенитное расстояние) экваториальной звезды (с нулевым склонением), находящейся в верхней кульминации, для наблюдателя в г. Санкт–Петербурге ($\varphi_S = 60^\circ$)? Ответ выразите в градусах и впишите в соответствующие ячейки в числовом виде (например, 11).

Условие:

Астрономический азимут, $^\circ$:

Правильный ответ: 0

Точное совпадение ответа — 4 балла

Условие:

Зенитное расстояние, $^\circ$:

Правильный ответ: 60

Точное совпадение ответа — 4 балла

Решение.

Как известно, зенитное расстояние светила в верхней кульминации к югу от зенита определяется выражением вида:

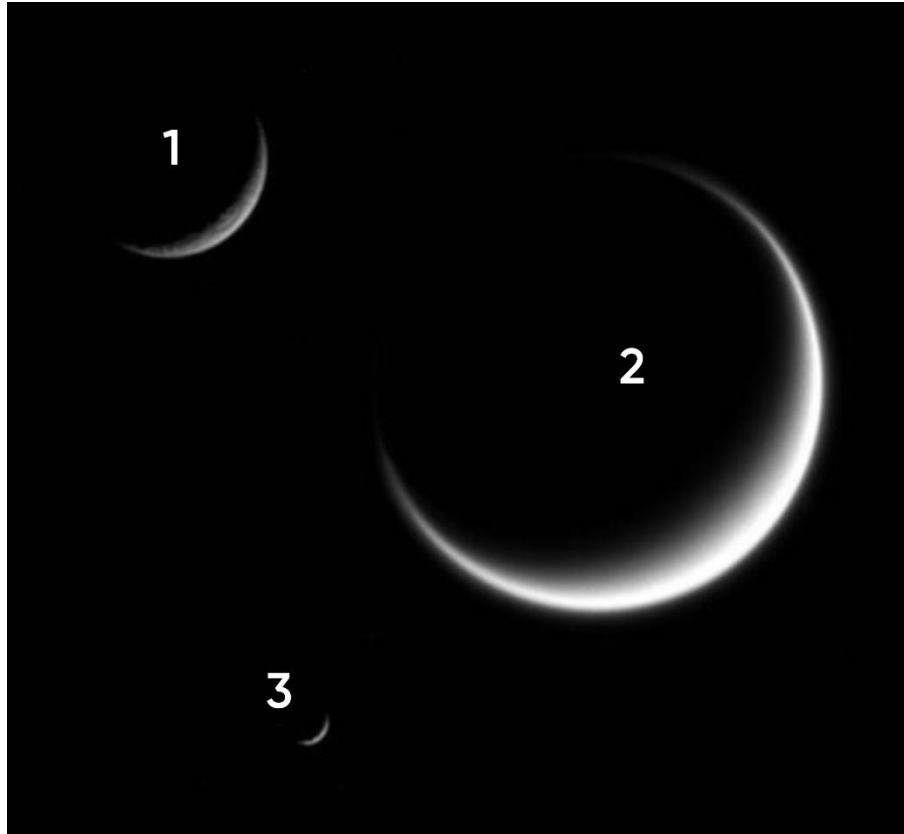
$$z = \varphi - \delta_* = 60^\circ - 0^\circ = 60^\circ,$$

здесь учтено, что склонение экваториальной звезды $\delta_* = 0^\circ$. Поскольку звезда находится в верхней кульминации, следовательно, она расположена в плоскости небесного меридиана, который проходит через точку юга. Последняя служит началом отсчета азимута светила, следовательно, азимут звезды равен нулю, т.е. $A_* = 0^\circ$.

Задание № 5

Общее условие:

В июне 2015 года космическая станция «Кассини» получила уникальную фотографию, на которой одновременно запечатлены три спутника Сатурна – Рея, Титан и Мимас – с малыми фазами (см. рисунок). Определите, какой из данных спутников Титан.



Правильный ответ: 2

Точное совпадение ответа — 3 балла

Решение.

На фотографии отчетливо видно, что "серпы" спутников 1 и 3 подобны по форме друг другу и сильно различаются по форме от "серпа" второго спутника. У последнего длина "рогов серпа" существенно больше. Это объясняется иным характером взаимодействия солнечного света с поверхностью спутника. Как известно, Титан – это единственный спутник Сатурна, у которого обнаружена плотная атмосфера. Именно рассеяние света в атмосфере спутника приводит к удлинению рогов серпа. Т.о., спутник под номером 2 – Титан. Важно отметить, что данный феномен давно известен и наблюдается у Венеры по тем же причинам.

Условие:

В 2007 году на поверхности Титана, с помощью зонда «Кассини», было обнаружено крупнейшее углеводородное море – море Кракена. По данным радарных исследований его глубина не менее 200 м. Средняя плотность углеводородной жидкой фазы – 0.52 г/см^3 . Определите во сколько раз минимальное давление на дне моря Кракена больше нормального атмосферного давления на Земле ($p_0 = 101\,325 \text{ Па}$). Следует принять во внимание, что спутник имеет азотно–метановую атмосферу, давление которой у его поверхности равно 146.7 кПа , а ускорение свободного падения – 1.352 м/с^2 . Ответ округлите до сотых.

Правильный ответ: принимается значение в диапазоне [2,79; 2,89]

Точное совпадение ответа — 5 баллов

Решение.

Заметим, что минимальное значение глубины углеводородного моря $h = 200 \text{ (м)}$ много меньше радиуса спутника, следовательно, можно пренебречь зависимостью ускорения свободного падения спутника от глубины и считать его постоянной величиной в любой точке моря. Следовательно, давление на дне моря можно представить в виде:

$$p = p_a + \rho g_T h,$$

здесь p_a – давление атмосферы спутника у его поверхности; $\rho = 0.52 \text{ г/см}^3$ – плотность углеводородной жидкости, g_T – ускорение свободного падения у поверхности спутника. В результате давление на дне моря есть $p = 288000 \text{ Па} = 2.84 p_0$. Следовательно, давление на дне моря в **2.84** раза больше нормального атмосферного давления на Земле. С учетом процедуры округления в промежуточных вычислениях ответ может быть числом из интервала [2.79, 2.89].

Задание № 6.1

Условие:

Плоскость суточной параллели любого светила всегда параллельна плоскости...

Варианты ответов:

- небесного экватора
- небесного меридиана
- математического горизонта
- первого вертикала
- эклиптики
- круга широты

Правильный ответ:

- небесного экватора

Точное совпадение ответа — 2 балла

Решение.

Согласно определению, суточная параллель – это малый круг небесной сферы, плоскость которого параллельна плоскости небесного экватора.

Условие:

В какой созвездии расположен северный полюс эклиптики?

Варианты ответов:

- Большая Медведица
- Малая Медведица
- Кассиопея
- Дракон
- Золотая Рыба
- Рыбы

Правильный ответ:

- Дракон

Точное совпадение ответа — 2 балла

Решение.

Из курса астрометрии известно, что северный полюс эклиптики расположен в созвездии Дракона.

Условие:

Сопоставьте возможные значения склонения Солнца с его характерными точками на эклиптике. Значения могут быть использованы повторно или не использоваться вовсе.

Варианты для соотнесения:

+23° 26 '	Точка весеннего равноденствия
-23° 26 '	Точка осеннего равноденствия
+0° 00 '	Точка летнего солнцестояния
+05° 06 '	Точка зимнего солнцестояния

Правильный ответ:

- +23° 26 ' — Точка летнего солнцестояния
- 23° 26 ' — Точка зимнего солнцестояния
- +0° 00 ' — Точка весеннего равноденствия, Точка осеннего равноденствия

Решение.

Как известно, склонение Солнца (δ_{\odot}) в течение года изменяется в интервале:

$$-23^{\circ}26' \leq \delta_{\odot} \leq +23^{\circ}26'.$$

Наибольшего положительного значения склонение Солнца достигает в день летнего солнцестояния, а наименьшего значения в день зимнего солнцестояния. Следовательно, имеем следующие пары: +23°26' – точка летнего солнцестояния, -23°26' – точка зимнего солнцестояния. В дни весеннего и осеннего равноденствий Солнце пересекает экватор, и, следовательно, его склонение равно нулю. В итоге получаем еще одно соответствие: +0°00' – точка весеннего равноденствия, точка осеннего равноденствия. Позиция 4 первого столбца не имеет соответствующей пары из второго столбца.

Задание № 6.2

Условие:

Плоскость альмукантарата небесного тела всегда параллельна плоскости...

Варианты ответов:

- небесного экватора
- небесного меридиана
- математического горизонта
- первого вертикала
- эклиптики
- круга широты

Правильный ответ:

- математического горизонта

Точное совпадение ответа — 2 балла

Решение.

Согласно определению, альмукантарат – это малый круг небесной сферы, плоскость которого параллельна плоскости математического горизонта.

Условие:

В каком созвездии расположен южный полюс эклиптики?

Варианты ответов:

- Большая Медведица
- Малая Медведица
- Кассиопея
- Дракон
- Золотая Рыба
- Рыбы

Правильный ответ:

- Золотая Рыба

Точное совпадение ответа — 2 балла

Решение.

Из курса астрометрии известно, что южный полюс эклиптики расположен в созвездии Золотая Рыба.

Условие:

Сопоставьте возможные значения склонения Солнца с характерными датами, в которые эти значения достигаются. Значения могут быть использованы повторно или не использоваться вовсе.

Варианты для соотнесения:

+23° 26 '	21–22 декабря
–23° 26 '	20–21 июня
+0° 00 '	22–23 сентября
+15° 06 '	20–21 марта

Правильный ответ:

- +23° 26 ' — 20–21 июня.
- 23° 26 ' — 21–22 декабря.
- +0° 00 ' — 22–23 сентября, 20–21 марта.

Решение.

Как известно, склонение Солнца (δ_{\odot}) в течение года изменяется в интервале:

$$-23^{\circ}26' \leq \delta_{\odot} \leq +23^{\circ}26'.$$

Наибольшего положительного значения склонение Солнца достигает в день летнего солнцестояния (20 - 21 июня), а наименьшего значения в день зимнего солнцестояния (21 - 22 декабря). Следовательно, имеем следующие пары: +23°26' – 20-21 июня, –23°26' – 21-22 декабря. В дни весеннего (20–21 марта) и осеннего (22–23 сентября) равноденствий Солнце пересекает экватор, и, следовательно, его склонение равно нулю. В итоге получаем еще одно соответствие: +0°00' – 22-23 сентября, 20–21 марта. Позиция 4 первого столбца не имеет соответствующей пары из второго столбца.

Разбор заданий школьного этапа ВсОШ по астрономии для 10 класса

(группа № 4)

2021/22 учебный год

Максимальное количество баллов — 48

Задание № 1

Общее условие:

В представленном ниже списке отметьте те созвездия небосвода Земли, названия которых означают созданные человеком инструменты, устройства, составляющие более крупных сооружений, не являющиеся непосредственно измерительными приборами (у них отсутствует шкала измеряемой величины):

Варианты ответов:

- Андромеда
- Киль
- Волосы Вероники
- Лира
- Кассиопея
- Орел
- Печь
- Скульптор
- Циркуль
- Лебедь
- Телескоп
- Овен
- Октант
- Муха
- Секстант

Правильный ответ:

- Киль
- Лира
- Печь
- Циркуль
- Телескоп

Каждый правильный выбор — 1 балл

Максимальный балл за задание — 5

Решение.

Очевидно, названия созвездий Киль, Лира, Печь, Циркуль, Телескоп определяют инструменты, устройства, составляющие более крупных сооружений, созданные человеком, не являющиеся непосредственно измерительными приборами.

Условие:

Какие созданные человеком приборы, лежащие в названии данных созвездий, вы можете использовать непосредственно при проведении астрономических наблюдений (измерений)?

Варианты ответов:

- Андромеда
- Киль
- Волосы Вероники
- Лира
- Кассиопея
- Орел
- Печь
- Скульптор
- Циркуль
- Лебедь
- Телескоп
- Овен
- Октант
- Муха
- Секстант

Правильный ответ:

- Телескоп
- Октант
- Секстант

Каждый правильный выбор — 1 балл

Максимальный балл за задание — 3

Решение.

Очевидно, можно использовать непосредственно при проведении астрономических наблюдений телескоп, октант, секстант.

Задание № 2.1

Условие:

В какой конфигурации внутренней планеты ее видимый диск освещен солнечным светом ровно наполовину?

Варианты ответов:

- Верхнее соединение
- Нижнее соединение
- Восточная элонгация
- Западная элонгация

Правильный ответ:

- Восточная элонгация
- Западная элонгация

Каждый правильный выбор — 2 балла

Максимальный балл за задание — 4 балла

Решение.

Чтобы видимый диск внутренней планеты был освещен ровно наполовину, необходимо, чтобы фазовый угол этой планеты был $\varphi = 90^\circ$. В этом случае, согласно формуле:

$$\Phi = \frac{1 + \cos\varphi}{2},$$

фаза этой планеты $\Phi = 0.5$. Данная ситуация, очевидно, достигается в восточной (ВЭ) и западной (ЗЭ) элонгациях (см. рис. 1).

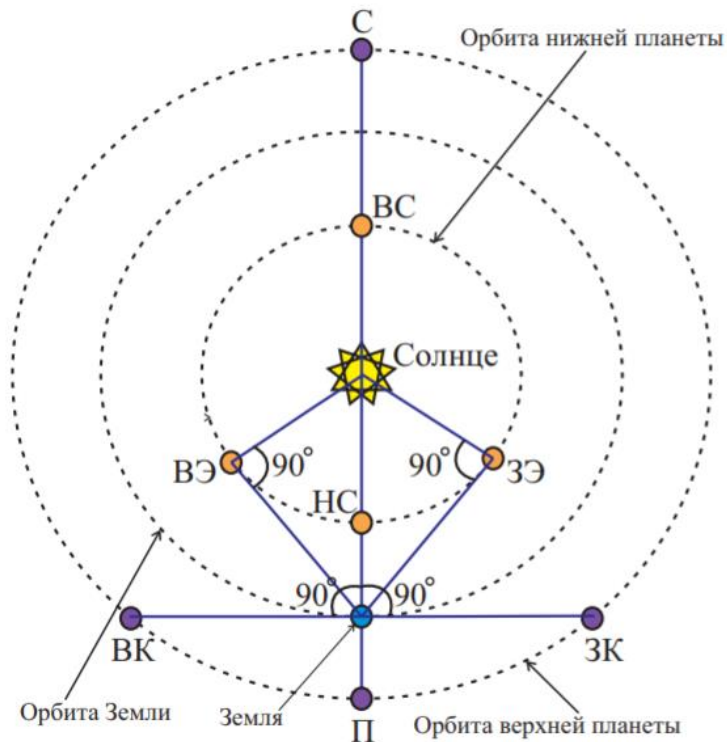


Рис. 1. К определению основных конфигураций нижних и верхних планет

Условие:

В какой конфигурации внешней планеты ее фаза достигает минимального значения?

Варианты ответов:

- Соединение
- Восточная квадратура
- Западная квадратура
- Противостояние

Правильный ответ:

- Восточная квадратура
- Западная квадратура

Каждый правильный выбор — 2 балла

Максимальный балл за задание — 4 балла

Решение:

Чтобы фаза внешней планеты была минимальной, необходимо, согласно формуле

$$\Phi = \frac{1 + \cos\varphi}{2},$$

чтобы минимального значения достигла функция косинус. Как известно, функция косинус является монотонно убывающей с увеличением значения аргумента. Из рисунка видно, что наибольшее значение фазовый угол верхней планеты достигаются в конфигурациях западной (ЗК) и восточной (ВК) квадратур. При этом Земля для гипотетического наблюдателя, находящегося в окрестности верхней планеты, будет находиться в наибольшей восточной или западной элонгациях соответственно. Т.е., фаза внешней планеты достигает минимального значения в западной (ЗК) и восточной (ВК) квадратурах.

Условие:

В какой конфигурации внутренней планеты возможно ее прохождение по диску Солнца?

Варианты ответов:

- Верхнее соединение
- Нижнее соединение
- Восточная элонгация
- Западная элонгация

Правильный ответ:

- Нижнее соединение

Точное совпадение ответа — 2 балла

Решение:

Чтобы внутренняя планета могла пройти по диску Солнца, необходимо, чтобы последняя находилась строго между Солнцем и Землей, вблизи прямой, соединяющей их центры. Очевидно, это возможно лишь в конфигурации нижнего соединения

Условие:

В какой конфигурации внешней планеты ее фаза и угловой диаметр одновременно достигают максимальных значений?

Варианты ответов:

- Соединение
- Восточная квадратура
- Западная квадратура
- Противостояние

Правильный ответ:

- Противостояние

Точное совпадение ответа — 2 балла

Решение:

Очевидно, фаза внешней планеты не может быть больше единицы. Данного значения фаза достигает при нулевом значении фазового угла ($\Phi = \frac{1+\cos\varphi}{2}$). Эти значения данный параметр принимает сразу в двух конфигурациях: соединении и противостоянии.

Как известно, угловой диаметр классической планеты может быть определен посредством формулы вида:

$$D_p^n = k \cdot \left(\frac{2R_p}{\Delta} \right),$$

здесь k – коэффициент пропорциональности, позволяющий представить итоговый результат в удобных единицах измерения угла (градусах, угловых минутах или секундах), R_p – линейный радиус планеты, Δ – геоцентрическое расстояние до небесного тела. Из последнего результата следует, что угловой диаметр внешней планеты будет достигать максимального значения в случае, когда ее геоцентрическое расстояние принимает минимальное значение. Из рисунка выше следует, что такая ситуация реализуется лишь в случае противостояния (II).

Условие:

В какой конфигурации внешней планеты ее угловой диаметр достигает минимального значения?

Варианты ответов:

- Соединение
- Восточная квадратура
- Западная квадратура
- Противостояние

Правильный ответ:

- Соединение

Точное совпадение ответа — 2 балла

Решение.

Из формулы $D_p^n = k \cdot \left(\frac{2R_p}{\Delta} \right)$, следует, что угловой диаметр внешней планеты будет достигать минимального значения в случае, когда ее геоцентрическое расстояние принимает максимальное значение. Из рисунка, что такая ситуация реализуется в случае соединения (С).

Задание № 3

Условие:

На поверхности какого из представленных спутников Юпитера обнаружено большое количество действующих вулканов?

Варианты ответов:

- Адрастея
- Амальтея
- Ананке
- Гемалия
- Ганимед
- Европа
- Ио
- Карме
- Метида
- Леда
- Пасифе
- Синопе

Правильный ответ:

- Ио

Точное совпадение ответа — 2 балла

Решение.

Данные наблюдений пролетных и орбитальных космических станций указывают на существование большого количества действующих вулканов на поверхности Ио, одного из четырех галилеевых спутников

Условие:

Какой из ниже представленных факторов является главной причиной вулканической активности этого спутника?

Варианты ответов:

- Близость к Юпитеру и, как следствие, получение от центрального тела большого количества тепловой энергии, затрачиваемого на разогрев и расширение внутренних областей спутника
- Близость к Юпитеру и, как следствие, регулярное действие больших приливных сил на его кору
- Спутник расположен в центральной части магнитосферы Юпитера и, как следствие, действие магнитного поля центральной планеты разогревает внутренние области тела спутника
- Близость центральной планеты и спутника к Солнцу приводит к интенсивному нагреву его внутренних областей.

Правильный ответ:

- Близость к Юпитеру и, как следствие, регулярное действие больших приливных сил на его кору

Точное совпадение ответа — 2 балла

Решение.

Как показывают многочисленные теоретические исследования, главной причиной вулканической активности спутника Ио является близость спутника к Юпитеру и как следствие регулярное действие больших приливных сил на его кору.

Условие:

Определите ускорение свободного падения у поверхности данного спутника, если его некоторые вулканические выбросы имеют скорость выхода 1 км/с, и поднимаются на высоту 300 км, составляющую долю 1:6 от его радиуса. Ответ представить в м/с², округлив до десятых.

Правильный ответ: принимается значение в диапазоне [1,6; 2,1]

Точное совпадение ответа — 4 балла

Решение.

Применим закон сохранения энергии для порции вещества вулканического выброса:

$$\Delta m \frac{V^2}{2} - \frac{G\Delta m M_{Io}}{R_{Io}} = -\frac{G\Delta m M_{Io}}{R_{Io}+h}, \Rightarrow \frac{V^2}{2} = \frac{GM_{Io}}{R_{Io}} \left(1 - \frac{1}{\frac{7}{6}}\right), \Rightarrow \frac{7}{2} V^2 = \frac{GM_{Io}}{R_{Io}}. \quad (1)$$

Учитывая также, что ускорение свободного падения на поверхности шарообразного спутника можно представить в виде:

$$g_0 = \frac{GM_{I_0}}{R_{I_0}^2} \quad (2)$$

тогда из выражений (1) и (2) следует, что

$$g_0 = \frac{7V^2}{2R_{I_0}} = \frac{7V^2}{12h} = 1,94 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}.$$

Допускается также получение более грубой оценки для g_0 , используя закон сохранения энергии в виде:

$$\Delta m \frac{V^2}{2} = \Delta m g_0 h, \Rightarrow g_0 = \frac{V^2}{2h} = \mathbf{1,67} \frac{\text{м}}{\text{с}^2}.$$

С учетом возможной погрешности округления итогового результата и получения несколько отличающихся значений g_0 , в качестве ответа допускается значение, принадлежащее интервалу $[1.6, 2.1] \text{ м/с}^2$

Задание № 4

Общее условие:

Некоторая звезда прошла верхнюю кульминацию дважды в одни средние солнечные сутки.

В какое время могла произойти ее первая верхняя кульминация?

Ответ представьте в виде временного интервала, округлив до целых минут и вписывая часы в левую графу, а минуты — в правую.

Условие:

Начало интервала:

Правильный ответ: 00:00

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

Конец интервала:

Правильный ответ: 00:04

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

Какое количество раз эта звезда пересекла небесный меридиан в эти сутки?

Правильный ответ: 3

Точное совпадение ответа — 4 баллов

Решение.

Как известно, продолжительность средних солнечных суток составляет ровно 24 часа. Период вращения небесной сферы (и всех звезд) равен звездным суткам, продолжительность которых составляет 23 часа 56 минут (с точностью до минуты). Чтобы в одни средние солнечные сутки звезда могла дважды пройти верхнюю кульминацию, очевидно, необходимо, чтобы первое прохождение было во временном интервале – 00 часов 00 мин ÷ 00 часов 04 мин, тогда вторая кульминация также произойдет в те же сутки.

Очевидно, в эти сутки звезда должна пересечь меридиан трижды: два раза в верхней кульминации и один раз – в нижней.

Задание № 5.1

Общее условие:

Два астероида движутся по круговым орбитам вокруг Солнца, так что их синодические периоды отличаются на 0.5 года от звездного года Земли и на 1 год друг от друга.

Условие:

Чему равен сидерический период обращения (в годах) наиболее близкого к Солнцу астероида? Ответ округлите до сотых.

Правильный ответ: 0,33

Точное совпадение ответа — 4 балла

Условие:

Чему равен сидерический период обращения (в годах) наиболее далекого от Солнца астероида? Ответ округлите до целых.

Правильный ответ: 3

Точное совпадение ответа — 4 балла

Решение.

Пусть синодический период первого астероида (наиболее близкого к Солнцу) есть S_1 , а сидерический период – T_1 . Указанные величины в случае второго астероида есть S_2 и T_2 . Воспользуемся уравнением синодического периода для нижней и верхней планеты (астероида):

$$\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_{\oplus}} = \frac{1}{S_1}, \Rightarrow T_1 = \frac{S_1 T_{\oplus}}{T_{\oplus} + S_1}, \quad \frac{1}{T_{\oplus}} - \frac{1}{T_2} = \frac{1}{S_2}, \Rightarrow T_2 = \frac{S_2 T_{\oplus}}{S_2 - T_{\oplus}}$$

здесь $T_{\oplus} = 1$ год – сидерический период обращения Земли вокруг Солнца. Согласно условию задачи $S_2 - S_1 = 1$ год, $S_1 = T_{\oplus} - \frac{1}{2} = \frac{1}{2}$ года, $S_2 = T_{\oplus} + \frac{1}{2} = \frac{3}{2}$ года.

Из этого следует, что

1. $T_1 = 1/3$ года = 0.33 года.
2. $T_2 = 3$ года.

Задание № 5.2

Общее условие:

Два астероида движутся по круговым орбитам вокруг Солнца, так что их синодические периоды отличаются на 0.3 года от звездного года Земли и на 0.6 года друг от друга.

Условие:

Чему равен сидерический период обращения (в годах) наиболее близкого к Солнцу астероида? Ответ округлить до сотых.

Правильный ответ: 0,41

Точное совпадение ответа — 4 балла

Условие:

Чему равен сидерический период обращения (в годах) наиболее далекого от Солнца астероида? Ответ округлить до сотых.

Правильный ответ: 4,33

Точное совпадение ответа — 4 балла

Решение.

Пусть синодический период первого астероида (наиболее близкого к Солнцу) есть S_1 , а сидерический период – T_1 . Указанные величины в случае второго астероида есть S_2 и T_2 . Воспользуемся уравнением синодического периода для нижней и верхней планеты (астероида):

$$\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_{\oplus}} = \frac{1}{S_1}, \Rightarrow T_1 = \frac{S_1 T_{\oplus}}{T_{\oplus} + S_1}, \quad \frac{1}{T_{\oplus}} - \frac{1}{T_2} = \frac{1}{S_2}, \Rightarrow T_2 = \frac{S_2 T_{\oplus}}{S_2 - T_{\oplus}}$$

здесь $T_{\oplus} = 1$ год – сидерический период обращения Земли вокруг Солнца. Согласно условию задачи $S_2 - S_1 = 0,6$ года, $S_1 = T_{\oplus} - 0,3 = 0,7$ года, $S_2 = T_{\oplus} + 0,3 = 1,3$ года.

Из этого следует, что

1. $T_1 = 0,41$ года.

2. $T_2 = 4,33$ года.

Задание № 6.

Общее условие:

В июне 2015 года американские астрономы объявили об открытии самой легкой экзопланеты, известной на тот момент, Kepler-138b. Масса экзопланеты равна 0.066 массы Земли, а ее радиус – 0.45 радиуса Земли. Масса Земли составляет $5.97 \cdot 10^{24}$ кг, а ее радиус – 6371 км.

Условие:

Определите среднюю массовую плотность планеты (в $\text{кг}/\text{м}^3$). Ответ округлите до целых.

Правильный ответ: принимается значение в диапазоне [3800; 4200]

Точное совпадение ответа. 4 балла

Решение.

Средняя массовая плотность планеты определяется по формуле:

$$\rho = \frac{m}{4/3\pi R^3} = \frac{0,066m_{\oplus}}{4/3\pi(0,45R_{\oplus})^3} = \mathbf{3992} \text{ кг}/\text{м}^3$$

С учетом погрешности округления в вычислениях итогового результата, в качестве итогового значения принимается число из интервала [3800, 4200]

Условие:

Определите ускорение свободного падения (в $\text{м}/\text{с}^2$). Ответ округлите до сотых.

Правильный ответ: принимается значение в диапазоне [2,9; 3,4]

Точное совпадение ответа. 4 балла

Решение.

Ускорение свободного падения у поверхности планеты можно определить так

$$g_0 = \frac{Gm}{R^2} = \frac{G(0,066m_{\oplus})}{(0,45R_{\oplus})^2} = \mathbf{3,20} \text{ м}/\text{с}^2$$

С учетом погрешности округления в вычислениях итогового результата, в качестве итогового значения принимается число из интервала [2.90, 3.40].

Разбор заданий школьного этапа ВсОШ по астрономии для 11 класса

(группа № 4)

2021/22 учебный год

Максимальное количество баллов — 48

Задание № 1

Общее условие:

В представленном ниже списке отметьте те созвездия небосвода Земли, названия которых означают измерительные приборы, имеющие в своей конструкции шкалу измеряемой величины:

Варианты ответов:

- Андромеда
- Весы
- Водолей
- Жираф
- Компас
- Единорог
- Октант
- Гончие Псы
- Орион
- Секстант
- Южная Гидра
- Центавр
- Часы
- Малый Пес
- Феникс

Правильный ответ:

- Весы
- Компас
- Октант
- Секстант
- Часы

Каждый верный выбор — 1 балл

Максимальный балл за задание — 5 баллов

Решение.

Очевидно, названия созвездий Весы, Компас, Октант, Секстант, Часы означают измерительные приборы, имеющие в своей конструкции шкалу измеряемой величины.

Условие:

Какие из представленных ниже величин эти приборы измеряют?

Варианты ответов:

- Сила тока
- Масса
- Напряжение
- Энергия
- Время
- Сопротивление
- Угол
- Скорость
- Расстояние

Правильный ответ:

- Масса
- Время
- Угол

Каждый верный выбор — 1 балл

Максимальный балл за задание — 3 балла

Решение.

Очевидно, весы измеряют массу, часы – время, а компас, октант, секстант позволяют определять горизонтальные и вертикальные углы. В итоге имеем масса, время, угол.

Задание № 2

Условие:

С помощью какого из представленных ниже методов сделано наибольшее количество открытий экзопланет?

Варианты ответов:

- Астрометрический метод
- Метод лучевых скоростей
- Транзитный метод
- Метод гравитационного микролинзирования

Правильный ответ:

- Транзитный метод

Точное совпадение ответа — 2 балла

Решение.

Наибольшее количество открытий экзопланет выполнено с использованием транзитного метода.

Условие:

Какой тип экзопланет проще обнаружить этим методом?

Варианты ответов:

- Горячий юпитер
- Суперземля
- Холодный нептун
- Марсоподобная планета

Правильный ответ:

- Горячий юпитер

Точное совпадение ответа — 3 балла

Решение.

Данным методом легче всего обнаружить горячие юпитеры, поскольку эти планеты достаточно близко расположены к материнской звезде, обладают малым периодом обращения, а значит часто испытывают явление транзита по ее диску. Кроме того, из-за своих больших размеров, эти планеты значительно изменяют результирующий поток электромагнитного излучения, идущего от материнской звезды, что позволяет легко обнаружить их с помощью современных цифровых приемников излучения.

Условие:

Какой космический телескоп сделал наибольшее количество открытий экзопланет?

Варианты ответов:

- Corot
- Hubble space telescope
- Kepler space telescope
- Herschel Space Observatory

Правильный ответ:

- Kepler space telescope

Точное совпадение ответа — 3 балла

Решение.

На данный момент Kepler space telescope сделал наибольшее количество открытий экзопланет.

Задание № 3

Условие:

Какой тип затмения в среднем происходит чаще?

Варианты ответов:

- Солнечное
- Лунное
- Гибридное

Правильный ответ:

- Солнечное

Точное совпадение ответа — 2 балла

Решение.

Статистика многолетних наблюдений за лунными и солнечными затмениями указывает на то, что солнечные затмения происходят чаще.

Условие:

Чему равен максимальный диаметр тени Луны на поверхности Земли во время полного солнечного затмения?

Варианты ответов:

- 0 км
- 2 км
- 20 км
- 200 км

Правильный ответ:

- 200 км

Точное совпадение ответа — 2 балла

Решение.

Фотографии, сделанные из космоса, а также теоретические расчеты показывают, что максимальный диаметр тени Луны (на поверхности Земли) во время полного солнечного затмения составляет около 200 км.

Условие:

Благодаря какому оптическому явлению во время полного лунного затмения мы все равно можем видеть Луну?

Варианты ответов:

- Фокусировка света
- Интерференция света
- Дифракция света
- Рассеяние света

Правильный ответ:

- Рассеяние света

Точное совпадение ответа — 2 балла

Решение.

Благодаря рассеянию света в атмосфере Земли, во время полного лунного затмения, мы все равно можем видеть Луну.

Условие:

Какие характерные цвета может иметь поверхность Луны при визуальных наблюдениях во время полного лунного затмения?

Варианты ответов:

- Зеленый
- Бордовый
- Лиловый
- Серый

Правильный ответ:

- Бордовый
- Серый

Точное совпадение ответа — 2 балла

Решение.

Поверхность Луны при визуальных наблюдениях, во время полного лунного затмения может иметь бордовый или серый цвета.

Задание № 4

Общее условие:

Некоторая звезда вошла дважды в одни средние солнечные сутки. В какое время мог произойти ее первый восход?

Ответ представьте в виде временного интервала, округлив до целых минут и вписывая часы в левую графу, а минуты — в правую.

Условие:

Начало интервала:

Правильный ответ: 00:00

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

Конец интервала:

Правильный ответ: 00:04

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

Какое минимальное количество раз звезда пересекла горизонт в эти сутки?

Правильный ответ: 3

Точное совпадение ответа — 4 балла

Решение.

Как известно, продолжительность средних солнечных суток составляет ровно 24 часа. Период вращения небесной сферы (и всех звезд) равен звездным суткам, продолжительность которых составляет 23 часа 56 минут (с точностью до минуты). Чтобы в одни средние солнечные сутки звезда могла дважды взойти над горизонтом, очевидно, необходимо, чтобы первый восход был во временном интервале – 00 часов 00 мин ÷ 00 часов 04 мин, тогда второй восход также произойдет в те же сутки.

Очевидно, в эти сутки звезда должна пересечь как минимум горизонт трижды: два раза на восходе и один раз – на закате. Но возможен не минимальный вариант – 4 раза, когда звезда лишь на очень малое время (возможно, на миг) появляется над горизонтом и снова за него заходит.

Задание № 5.1

Общее условие:

Чему равны горизонтальные координаты (астрономический азимут и зенитное расстояние) звезды находящейся в верхней кульминации, для наблюдателя в г. Самаре ($\varphi_S = 53^\circ$), если эта звезда в нижней кульминации наблюдалась в точке севера (на горизонте)? Ответ выразите в градусах и впишите в соответствующие ячейки в числовом виде (например, 11).

Условие:

Астрономический азимут, $^\circ$:

Правильный ответ: 0

Точное совпадение ответа — 4 балла

Условие:

Зенитное расстояние, $^\circ$:

Правильный ответ: 16

Точное совпадение ответа — 4 балла

Решение.

Если данная звезда находилась в точке севера, то ее высота в этот момент $h_* = 0^\circ$. При этом она пересекала небесный меридиан, значит она была в нижней кульминации. Воспользуемся выражением для высоты светила в нижней кульминации:

$$h_*^{(H)} = \varphi_S + \delta_* - 90^\circ = 0, \Rightarrow \delta_* = 90^\circ - \varphi_S = 37^\circ.$$

δ_* – склонение звезды.

Далее воспользуемся формулой для зенитного расстояния светила в верхней кульминации, к югу от зенита, поскольку $\delta_* < \varphi_S$.

$$z_*^{(B)} = \varphi_S - \delta_* = 2\varphi_S - 90^\circ = 16^\circ.$$

Поскольку звезда находилась в верхней кульминации, значит она располагалась в плоскости небесного меридиана. Следовательно, ее азимут $A_* = 0^\circ$. В итоге имеем $A_* = 0^\circ$, $z_* = 16^\circ$.

Задание № 5.2

Общее условие:

Чему равны горизонтальные координаты (астрономический азимут и зенитное расстояние) звезды, находящейся в верхней кульминации, для наблюдателя в г. Москве ($\varphi_M = 56^\circ$), если эта звезда в нижней кульминации наблюдалась в точке севера (на горизонте)? Ответ выразите в градусах и впишите в соответствующие ячейки в числовом виде (например, 11).

Условие:

Астрономический азимут, $^\circ$:

Правильный ответ: 0

Точное совпадение ответа — 4 балла

Условие:

Зенитное расстояние, $^\circ$:

Правильный ответ: 22

Точное совпадение ответа — 4 балла

Решение.

Если данная звезда находилась в точке севера, то ее высота в этот момент $h_* = 0^\circ$. При этом она пересекала небесный меридиан, значит она была в нижней кульминации. Воспользуемся выражением для высоты светила в нижней кульминации:

$$h_*^{(Н)} = \varphi_M + \delta_* - 90^\circ = 0, \Rightarrow \delta_* = 90^\circ - \varphi_M = 34^\circ.$$

δ_* – склонение звезды.

Далее воспользуемся формулой для зенитного расстояния светила в верхней кульминации, к югу от зенита, поскольку $\delta_* < \varphi_M$.

$$z_*^{(В)} = \varphi_M - \delta_* = 2\varphi_M - 90^\circ = 22^\circ.$$

Поскольку звезда находилась в верхней кульминации, значит она располагалась в плоскости небесного меридиана. Следовательно, ее азимут $A_* = 0^\circ$. В итоге имеем $A_* = 0^\circ$, $z_* = 22^\circ$.

Задание № 5.3

Общее условие:

Чему равны горизонтальные координаты (астрономический азимут и зенитное расстояние) звезды находящейся в верхней кульминации, для наблюдателя в г.Санкт-Петербурге ($\varphi_S = 60^\circ$), если эта звезда в нижней кульминации наблюдалась в точке севера (на горизонте)? Ответ выразите в градусах и впишите в соответствующие ячейки в числовом виде (например, 11).

Условие:

Астрономический азимут, $^\circ$:

Правильный ответ: 0

Точное совпадение ответа — 4 балла

Условие:

Зенитное расстояние, $^\circ$:

Правильный ответ: 30

Точное совпадение ответа — 4 балла

Решение.

Если данная звезда находилась в точке севера, то ее высота в этот момент $h_* = 0^\circ$. При этом она пересекала небесный меридиан, значит она была в нижней кульминации. Воспользуемся выражением для высоты светила в нижней кульминации:

$$h_*^{(H)} = \varphi_S + \delta_* - 90^\circ = 0, \Rightarrow \delta_* = 90^\circ - \varphi_S = 30^\circ.$$

δ_* – склонение звезды.

Далее воспользуемся формулой для зенитного расстояния светила в верхней кульминации, к югу от зенита, поскольку $\delta_* < \varphi_S$.

$$z_*^{(B)} = \varphi_S - \delta_* = 2\varphi_S - 90^\circ = 30^\circ.$$

Поскольку звезда находилась в верхней кульминации, значит она располагалась в плоскости небесного меридиана. Следовательно, ее азимут $A_* = 0^\circ$. В итоге имеем $A_* = 0^\circ$, $z_* = 30^\circ$.

Задание № 6.1

Условие:

Чему равна плотность потока электромагнитного излучения Солнца (во всем диапазоне) на орбите Венеры, если эта величина на орбите Земли составляет 1360 Вт/м^2 . Радиусы орбит Венеры и Земли составляют 0.723 а.е. и 1.000 а.е. соответственно. Ответ выразите в Вт/м^2 .

Правильный ответ: принимается значение в диапазоне $[2500; 2700]$

Точное совпадение ответа — 4 балла

Решение.

Как известно, плотность потока ρ электромагнитного излучения подчиняется закону обратных квадратов. Следовательно, можно записать выражения для данной величины в случае Земли и Венеры:

$$\rho_{\oplus} \sim \frac{1}{(1.000)^2}, \rho_V \sim \frac{(1.000)^2}{(0.723)^2}, \Rightarrow \rho_V = 1,913 \cdot \rho_{\oplus} = \mathbf{2602 \text{ Вт/м}^2}$$

С учетом погрешности округления в вычислениях итогового результата, в качестве итогового качества итогового значения принимается число из интервала $[2500, 2700] \text{ Вт/м}^2$

Условие:

Расположите следующие небесные тела в порядке убывания их поверхностной яркости для земного наблюдателя.

Варианты для соотнесения:

Нептун	1
Сатурн	2
Венера	3
Юпитер	4

Правильный ответ: 1 – Венера, 2 – Юпитер, 3 – Сатурн, 4 – Нептун.

Каждое верное соответствие — 1 балл

Максимальный балл за задание — 4

Решение.

Из теории фотометрии известно, что поверхностная яркость планет подчиняется закону обратных квадратов (в терминах гелиоцентрических расстояний) и не зависит от их геоцентрического расстояния. Следовательно, чем дальше планета от Солнца, тем меньше ее поверхностная яркость. Значит имеем следующую последовательность 3, 4, 2, 1.

Задание № 6.2

Условие:

Чему равна плотность потока электромагнитного излучения Солнца (во всем диапазоне) на орбите Марса, если эта величина на орбите Земли составляет 1360 Вт/м^2 . Радиусы орбит Марса и Земли составляют 1.523 а.е. и 1.000 а.е. соответственно. Ответ выразите в Вт/м^2 .

Правильный ответ: принимается значение в диапазоне [500; 700]

Точное совпадение ответа — 4 балла

Решение.

Как известно, плотность потока ρ электромагнитного излучения подчиняется закону обратных квадратов. Следовательно, можно записать выражения для данной величины в случае Земли и Марса:

$$\rho_{\oplus} \sim \frac{1}{(1.000)^2}, \rho_V \sim \frac{1}{(1.523)^2}, \Rightarrow \frac{\rho_V}{\rho_{\oplus}} = \frac{(1.000)^2}{(1.523)^2} \Rightarrow \rho_V = 0.431 \cdot \rho_{\oplus} = \mathbf{586 \text{ Вт/м}^2}$$

С учетом погрешности округления в вычислениях итогового результата, в качестве итогового качества итогового значения принимается число из интервала [500, 700] Вт/м^2

Условие:

Расположите следующие небесные тела в порядке увеличения их поверхностной яркости для земного наблюдателя.

Варианты для соотнесения:

Марс	1
Венера	2
Уран	3
Сатурн	4

Правильный ответ: 1 – Уран, 2 – Сатурн, 3 – Марс, 4 – Венера.

Каждое верное соответствие — 1 балл

Максимальный балл за задание — 4

Решение.

Из теории фотометрии известно, что поверхностная яркость планет подчиняется закону обратных квадратов (в терминах гелиоцентрических расстояний) и не зависит от их геоцентрического расстояния. Следовательно, чем дальше планета от Солнца, тем меньше ее поверхностная яркость. Значит имеем следующую последовательность 3, 4, 2, 1.