

Разбор заданий школьного этапа ВсОШ по астрономии для 10 класса

2022/23 учебный год

Максимальное количество баллов — 100

Задание № 1

Условие:

Определите, какие созвездия из перечисленных целиком находятся в Северном и Южном полушариях небесной сферы на современной карте звёздного неба («Северное» или «Южное» соответственно), какие – в обоих полушариях («Экваториальное»), и какие мы просто придумали («Не существует»).

Варианты ответов:

Дельфин	Северное
Южная Рыба	Южное
Кит	Экваториальное
Летучая Рыба	Не существует
Рыба-меч	
Золотая Рыба	
Рыбы	
Щука	
Рак	
Форель	

Правильные ответы:

Дельфин – Северное
Южная Рыба – Южное
Кит – Экваториальное
Летучая Рыба – Южное
Рыба-меч – Не существует
Золотая Рыба – Южное
Рыбы – Экваториальное
Щука – Не существует
Рак – Северное
Форель – Не существует

За каждый правильный ответ — 0.5 балла

Максимальный балл за задание — 5 баллов

Решение.

Согласно современной карте звёздного неба.

Задание № 2

Условие:

Выберите утверждения, верные для любой точки на территории России:

Варианты ответа:

- Солнце восходит и заходит каждый день
- Юпитер восходит и заходит каждый день
- В любую ясную тёмную ночь можно наблюдать созвездие Большой Медведицы
- Луна никогда не бывает в зените
- Зимой можно наблюдать созвездие Тельца
- Можно увидеть частное солнечное затмение
- Можно увидеть Нептун в созвездии Пегаса
- В полночь можно увидеть Венеру
- Утром или вечером можно увидеть Меркурий
- Самый короткий день в году имеет продолжительность не менее 2 часов

Правильные ответы:

- В любую ясную тёмную ночь можно наблюдать созвездие Большой Медведицы
- Луна никогда не бывает в зените
- Зимой можно наблюдать созвездие Тельца
- Можно увидеть частное солнечное затмение
- Утром или вечером можно увидеть Меркурий

За каждый правильный ответ — 1 балл

Максимальный балл за задание — 5 баллов

Решение:

В России за полярным кругом бывают полярные дни и ночи, когда Солнце соответственно не заходит или не восходит в течение как минимум одних суток. Аналогичным образом себя ведёт Юпитер, так как его путь по небу близок к солнечному.

За полярным кругом продолжительность ночи может быть сколь угодно малой.

Созвездие Большой Медведицы находится вблизи полюса мира и является видимым во всём Северном полушарии.

Луна бывает в зените только в областях, близких к экватору Земли.

Солнце находится в Тельце во вторую половину мая и первую половину июня, соответственно, это созвездие наблюдается зимой. Его можно наблюдать во всём Северном полушарии Земли.

Солнечное затмение (любого типа) можно увидеть в любой точке на Земле.

Нептун бывает только в созвездиях, близких к эклиптике. В Пегасе он оказаться не может.

Внутренние планеты, Меркурий и Венера, всегда находятся на небе недалеко от Солнца.

Поэтому их можно наблюдать только утром или вечером.

Задание № 3

Условие:

Сопоставьте названия космических объектов и утверждения о них.

Варианты ответа:

Паллада	Температура в центре этого объекта – максимальная во всей Солнечной системе
Сатурн	Этот объект находится в Главном поясе астероидов
Солнце	Это один из основных объектов исследования автоматической межпланетной станции «Кассини»
Комета Галлея	Благоприятные условия для наблюдения этого объекта случаются примерно раз в 75 лет
Оумуамуа	Первый обнаруженный межзвёздный объект, пролетевший через Солнечную систему

Правильные ответы:

Паллада — Этот объект находится в Главном поясе астероидов

Сатурн — Это один из основных объектов исследования автоматической межпланетной станции «Кассини»

Солнце — Температура в центре этого объекта – максимальная во всей Солнечной системе

Комета Галлея – Благоприятные условия для наблюдения этого объекта случаются примерно раз в 75 лет

Оумуамуа — Первый обнаруженный межзвёздный объект, пролетевший через Солнечную систему

За каждый правильный ответ — 1 балл

Максимальный балл за задание — 5 баллов

Решение:

Известные факты об астрономических объектах.

Задание № 4

Условие:

Рассмотрим тела Солнечной системы.

Выберите объекты, обращающиеся вокруг Солнца (то есть не являющиеся спутниками какого-либо другого тела):

Варианты ответов:

- ☐ Умбриэль
- ☐ Гаспра
- ☐ Луна
- ☐ Харон
- ☐ Комета Энке
- ☐ Уран
- ☐ Хаумеа
- ☐ Международная космическая станция (МКС)
- ☐ Фобос
- ☐ Апофис

Правильные ответы:

- ☐ Гаспра
- ☐ Комета Энке
- ☐ Уран
- ☐ Хаумеа
- ☐ Апофис

Условие:

Сопоставьте объекты Солнечной системы и их массы.

Варианты ответов:

Марс	1/1000 массы Солнца
Юпитер	1/10 массы Земли
Солнце	1/81 массы Земли
Луна	$4 \cdot 10^{16}$ кг
Ида	$2 \cdot 10^{30}$ кг

Правильные ответы:

Марс — $1/10$ массы Земли

Юпитер — $1/1000$ массы Солнца

Солнце — $2 \cdot 10^{30}$ кг

Луна — $1/81$ массы Земли

Ида — $4 \cdot 10^{16}$ кг

За каждую верную пару — 1 балл

Условие:

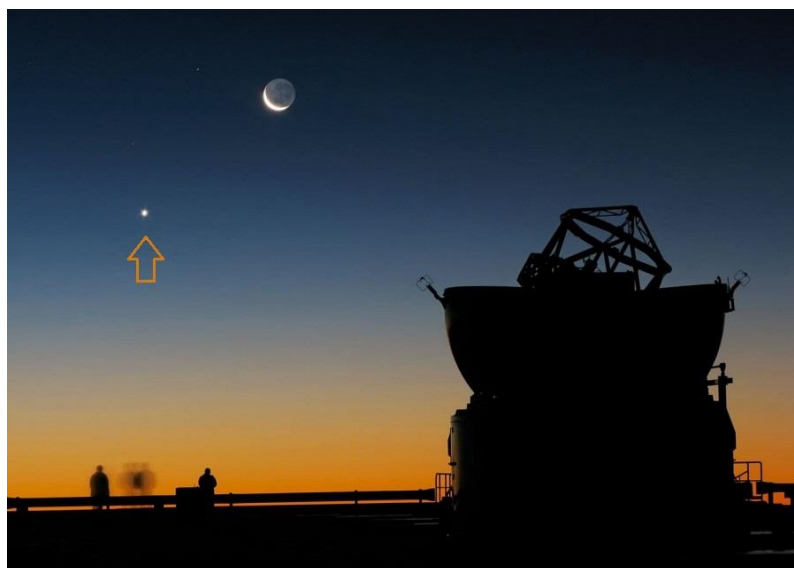
Сколько планет Солнечной системы может достигать наибольшей высоты над горизонтом в полночь?

*Планеты и карликовые планеты — это **разные** типы объектов.*

Ответ: 5

Условие:

Напишите название планеты, отмеченной стрелкой на фотографии. Пользуйтесь русской раскладкой клавиатуры.



Ответ: Венера

Точное совпадение ответа — 3 балла

Максимальный балл за задание — 18 баллов

Решение:

Самый массивный объект – это Солнце с массой 2×10^{30} кг. Масса Юпитера примерно в 1000 раз меньше. Массы Марса и Луны меньше земной в 10 и 81 раз, соответственно. Ида – астероид, самый маленький объект в списке. В полночь Солнце находится в нижней кульминации. Соответственно, в верхней кульминации окажутся планеты, находящиеся в противостоянии. В противостоянии могут быть только внешние планеты: Марс, Юпитер, Сатурн, Уран и Нептун.

На фото изображена очень яркая планета на фоне зари. Столь яркой может быть только Венера.

Задание № 5

Условие:

Несмотря на то, что звёзды являются очень далёкими объектами, мы довольно много о них знаем. Какие характеристики из перечисленных имеет смысл определять для звёзд?

Варианты ответов:

- ☐ Температура
- ☐ Диэлектрическая проницаемость
- ☐ Пластичность
- ☐ Химический состав
- ☐ Масса
- ☐ Твёрдость
- ☐ Текучесть
- ☐ Цвет
- ☐ Относительная влажность

Правильные ответы:

- ☐ Температура
- ☐ Химический состав
- ☐ Масса
- ☐ Цвет

Частичное совпадение со штрафами. За каждый правильный ответ — 1 балл

Штраф за лишний пункт — 1 балл

Максимальный балл — 4 балла

Условие:

Сопоставьте названия звёзд и их типы.

Варианты ответов:

Солнце	Жёлтый карлик
Бетельгейзе	Красный сверхгигант
Сириус В	Белый карлик
Ригель	Бело-голубой сверхгигант

Правильные ответы:

Солнце — Жёлтый карлик

Бетельгейзе — Красный сверхгигант

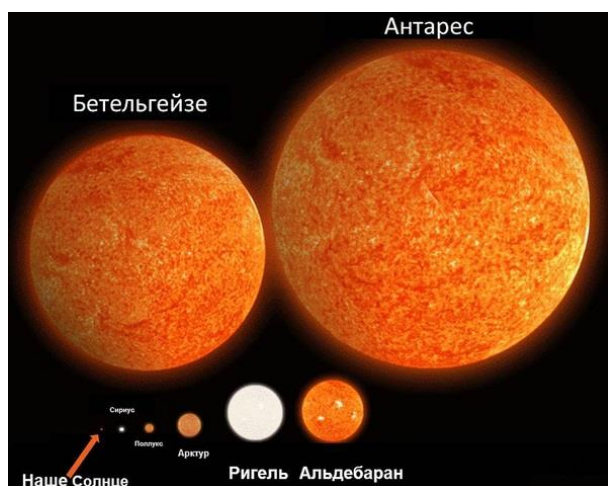
Сириус В — Белый карлик

Ригель — Бело-голубой сверхгигант

За каждую верную пару — 1 балл

Условие:

На рисунке представлен ряд известных звёзд в одинаковом масштабе. Выразите радиус Антареса в радиусах Солнца, если известно, что радиус Ригеля равен 79 радиусам Солнца.



Ответ: [380;500]

Точное совпадение ответа — 5 баллов

Максимальный балл за задание — 13 баллов

Решение:

- 1) Принимаем во внимание, что звёзды — это газовые шары, испускающие свет.
- 2) Известные факты о звёздах. Цвет звёзд служит дополнительной подсказкой.
- 3) Измеряем радиусы Ригеля и Антареса на картинке. Получаем, что Антарес больше Ригеля примерно в 5.5 раз. Таким образом, радиус Антареса составляет $5.5 \times 79 \approx 435$ солнечных.

Задание № 6

Общее условие:

Эта фотография затмения была сделана утром 26 декабря 2019 года в Северном полушарии Земли.



Условие:

В какой фазе была Луна в момент затмения?

Варианты ответов:

- ☐ Новолуние
- ☐ Полнолуние
- ☐ Первая четверть
- ☐ Четвертая четверть

Правильный ответ:

- ☐ Новолуние

Точное совпадение ответа — 3 балла

Условие:

Выберите тип затмения:

Варианты ответов:

- ☐ Полное лунное

- ☐ Полутеневое лунное
- ☐ Частное лунное
- ☐ Полное солнечное
- ☐ Кольцеобразное солнечное

Правильный ответ:

- ☐ Кольцеобразное солнечное

Точное совпадение ответа — 3 балла

Условие:

На какое время относительно момента съёмки приходилась максимальная фаза затмения?

Варианты ответов:

- ☐ После момента съёмки
- ☐ До момента съёмки
- ☐ Невозможно определить

Правильный ответ:

- ☐ До момента съёмки

Точное совпадение ответа — 3 балла

Условие:

Известно, что затмения происходят «сериями» по 2-3 солнечных и лунных затмения подряд через небольшой интервал времени. Чему равен этот интервал между последовательными затмениями одной «серии»?

Варианты ответов:

- ☐ Год
- ☐ Полгода
- ☐ 2 месяца
- ☐ 2 недели
- ☐ 2 дня
- ☐ Этот интервал случаен

Правильный ответ:

- 2 недели

Точное совпадение ответа — 3 балла

Максимальный балл за задание — 12 баллов

Решение.

- 1) На фотографии изображено солнечное затмение. Солнечное затмение происходит, когда Луна закрывает Солнце. Это может произойти в новолуние.
- 2) Мы видим, что угловой размер Луны меньше угловых размеров Солнца. Поэтому данное солнечное затмение было кольцеобразным.
- 3) И Солнце, и Луна движутся относительно звёзд с запада на восток. Скорость Луны при этом больше, поэтому относительно Солнца она также движется с запада на восток. По условию на фотографии изображена восточная часть горизонта, то есть Луна относительно Солнца движется вниз. Таким образом, максимальная фаза затмения уже прошла.
- 4) «Серия» последовательных затмений происходит, пока Солнце находится вблизи узла лунной орбиты. При этом в полнолуние происходит лунное затмение, а в новолуние – солнечное. Между полнолунием и новолунием проходит примерно 2 недели.

Задание № 7

Общее условие:

На фотографии изображены горизонтальные солнечные часы.



Условие:

Внимательно посмотрите на фотографию. В каком полушарии Земли находятся эти часы?

Варианты ответов:

- ☐ В северном
- ☐ В южном
- ☐ Невозможно определить

Правильный ответ:

- ☐ В северном

Точное совпадение ответа — 4 балла

Условие:

Солнечные часы показывают истинное солнечное время. Укажите примерное время съёмки. Ответ выразите в часах в 24-часовом формате, округлите до целых.

Ответ: 14

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

Гномон (вертикальный элемент солнечных часов, отбрасывающий тень) указывает на полюс мира. На какой широте (по модулю) находятся эти часы?

Варианты ответов:

- ☐ 0°
- ☐ 5°
- ☐ 20°
- ☐ 60°

Правильный ответ:

- ☐ 60°

Точное совпадение ответа — 4 балла

Максимальный балл — 12 баллов

Решение.

1) По циферблату часов видно, что тень от гномона движется по часовой стрелке. Это соответствует направлению движения Солнца в Северном полушарии.

Тень указывает на 14 часов.

2) Кстати, можно заметить, что градуировка шкалы не симметрична относительно 12 часов – то есть данные часы показывают не истинное солнечное время в строгом смысле этого термина, а некоторую производную величину, в которой учтена поправка на используемый в данной местности часовой пояс.

3) Широта по модулю совпадает с углом между гномоном (стержнем) и плоскостью циферблата.

Задание № 8

Общее условие:

Используя данные о площадях России и Плутона, приведённые на картинке, ответьте на следующие вопросы



Условие:

Насколько отличаются площади России и Плутона? Ответ выразите в процентах, округлите до целых.

Ответ: [2;4]

Точное совпадение ответа — 5 баллов

Условие:

Вычислите радиус Плутона. Ответ выразите в километрах, округлите до целых.

Ответ: [1149;1152]

Точное совпадение ответа — 5 баллов

Максимальный балл — 10 баллов

Решение.

1) Выразим отношение площадей в процентах:

$$\frac{17\,125\,407}{16\,647\,940} \times 100\% \approx 103\%$$

То есть площади различаются примерно на 3%.

2) Площадь поверхности шара равна $S = 4\pi R^2$. Таким образом, радиус Плутона равен

$$R = \sqrt{\frac{S}{4\pi}} \approx 1151 \text{ км}$$

Задание № 9

Общее условие:

Для земного наблюдателя Марс находится в восточной квадратуре (то есть в 90° к востоку от Солнца). Радиус орбиты Марса равен 1.52 а.е.

Условие:

Чему равно расстояние между Землёй и Марсом в этот момент? Ответ выразите в астрономических единицах, округлите до сотых.

Ответ: [1.11;1.15]

Точное совпадение ответа — 5 баллов

Условие:

Орбитальная скорость Земли равна 30 км/с. Чему равна орбитальная скорость Марса? Ответ выразите в км/с, округлите до целых. Орбиты считайте круговыми.

Ответ: [24;25]

Точное совпадение ответа — 5 баллов

Условие:

Во сколько раз угловая скорость движения Земли вокруг Солнца больше угловой скорости Марса? Орбиты считайте круговыми. Ответ округлите до десятых.

Ответ: [1.8;1.9]

Точное совпадение ответа — 5 баллов

Максимальный балл — 15 баллов

Решение.

1) Земля, планета и Солнце образуют прямоугольный треугольник (прямой угол при Земле). Тогда искомое расстояние легко выразить с помощью теоремы Пифагора через радиусы орбит Земли и планеты:

$$d = \sqrt{r_{\text{пл}}^2 - r_3^2}$$

2) Круговая скорость планеты обратно пропорциональна корню из радиуса её орбиты (это утверждение можно получить из III закона Кеплера или уравнения кругового движения).
Выражая радиус планеты в астрономических единицах ($a_{\text{пл}} = r_{\text{пл}}/r_3$), получаем

$$V_{\text{пл}} = \frac{30 \text{ км/с}}{\sqrt{a_{\text{пл}}}}$$

3) Так как угловая скорость пропорциональна линейной скорости и обратно пропорциональна радиусу орбиты, получаем:

$$\frac{\omega_3}{\omega_{\text{пл}}} = \frac{V_3}{V_{\text{пл}}} \times \frac{r_{\text{пл}}}{r_3} = \sqrt{a_{\text{пл}}} \times a_{\text{пл}} = a_{\text{пл}}^{3/2}$$

Задание № 10

Условие:

Известно, что на 1 м^2 поверхности Земли, расположенной перпендикулярно солнечным лучам, приходится 1360 Вт солнечного излучения.

Какова условная стоимость солнечной энергии, попадающей в течение футбольного матча (90 минут) на футбольное поле размером $75 \times 100 \text{ м}$, если Солнце находится вблизи зенита, а 1 кВт·ч энергии стоит 5 рублей? Ответ выразите в рублях.

Ответ: [76000;77000]

Точное совпадение ответа — 5 баллов

Решение.

Посчитаем, сколько энергии попадает на поле в течение матча:

$$E = WTS = 1360 \times (90 \times 60) \times (75 \times 100) = 5.508 \times 10^{10} \text{ Дж}$$

$$\text{Это равно } 5.508 \times 10^{10} / (1000 \times 3600) = 15300 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Тогда стоимость этой энергии равна $15300 \times 5 = 76\,500 \text{ руб.}$