

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
АСТРОНОМИЯ. 2024–2025 УЧ. Г.
ШКОЛЬНЫЙ ЭТАП. 8 КЛАСС

ОТВЕТЫ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

Максимальный балл за работу – 100.

Транзит Венеры

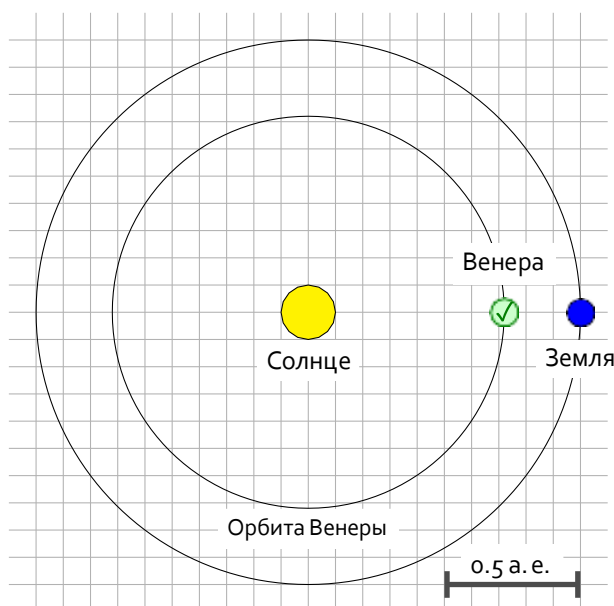
Прохождение Венеры по диску Солнца – редкое астрономическое явление. До начала космической эры именно наблюдения этого явления позволили определить расстояние от Земли до Солнца – около 150 миллионов километров.



Прохождение Венеры по диску Солнца (Москва, 2012)¹

1. Отметьте на рисунке положение Венеры на её орбите во время получения представленной фотографии.

Ответ:



¹ Изображение: Wikimedia Commons / Dmitry Kolesnikov –
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Transit_of_Venus_2012_from_Moscow.jpg

Комментарий. Во время прохождения по диску Солнца Венера находится на луче Солнце–Земля, между Солнцем и Землёй. Такая конфигурация планеты называется *нижним соединением*.

Точное совпадение ответа – 2 балла.

2. Определите расстояние между Венерой и Землёй в этот момент. Ответ выразите в астрономических единицах, округлите до десятых.

Решение. 5 клеток масштабной шкалы на рисунке соответствуют расстоянию в 0.5 а. е., 1 клетка – а. е. Расстояние между Венерой и Землёй составляет около 3 клеток, то есть **0.3 а. е.**

Точное совпадение ответа – 3 балла.

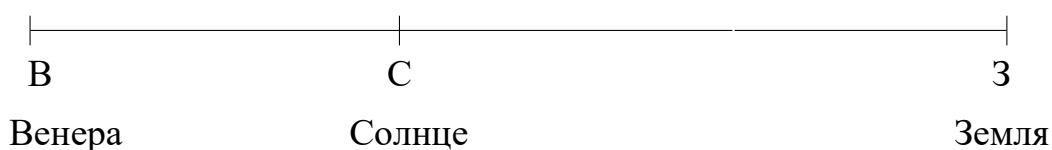
3. Выразите полученное расстояние в миллионах километров.

Решение. $150 \text{ млн км} \times 0.3 = 45 \text{ млн км}$.

Точное совпадение ответа – 2 балла.

4. Определите наибольшее возможное расстояние между Венерой и Землёй. Ответ выразите в астрономических единицах, округлите до десятых.

Решение. Радиус орбиты Венеры – 7 клеток (между центрами Солнца и Венеры), то есть 0.7 а. е.



Наибольшее возможное расстояние между Венерой и Землёй достигается, когда они находятся на одной прямой, на противоположных сторонах от Солнца. Тогда расстояние равно сумме расстояний от Венеры и Земли до Солнца:

$$1.0 + 0.7 = 1.7 \text{ а. е.}$$

Точное совпадение ответа – 3 балла.

Восход Ориона

На фотографии запечатлён вид на восток сентябрьским утром. Давайте полюбуемся ночным небом и его отражением в речной воде!



Вид на восток, утро сентября²

5. Как называется созвездие, яркий астеризм которого можно заметить на небе и в отражении?

Ответ:

- Орион
- Телец
- Малая Медведица
- Лира
- Цфефй
- Дракон

Точное совпадение ответа – 3 балла.

² Изображение: Astronet / Виталий Копа – <https://www.astronet.ru/db/msg/1544672>

6. Какая яркая звезда скоро покажется над кромкой леса?

Ответ:

- Сириус
- Поллукс
- Процион
- Альдебаран
- Алькор
- Арктур

Точное совпадение ответа – 2 балла.

7. В каком полушарии сделан этот снимок?

Ответ:

- В Северном полушарии
- В Южном полушарии
- В точности на экваторе
- Невозможно определить

Точное совпадение ответа – 2 балла.

8. Через сколько часов можно ожидать заход Ориона? (Вне зависимости от того, произойдёт ли он в тёмное или в светлое время суток.)

Ответ:

- 11
- 2
- 5
- 19
- 22
- 24

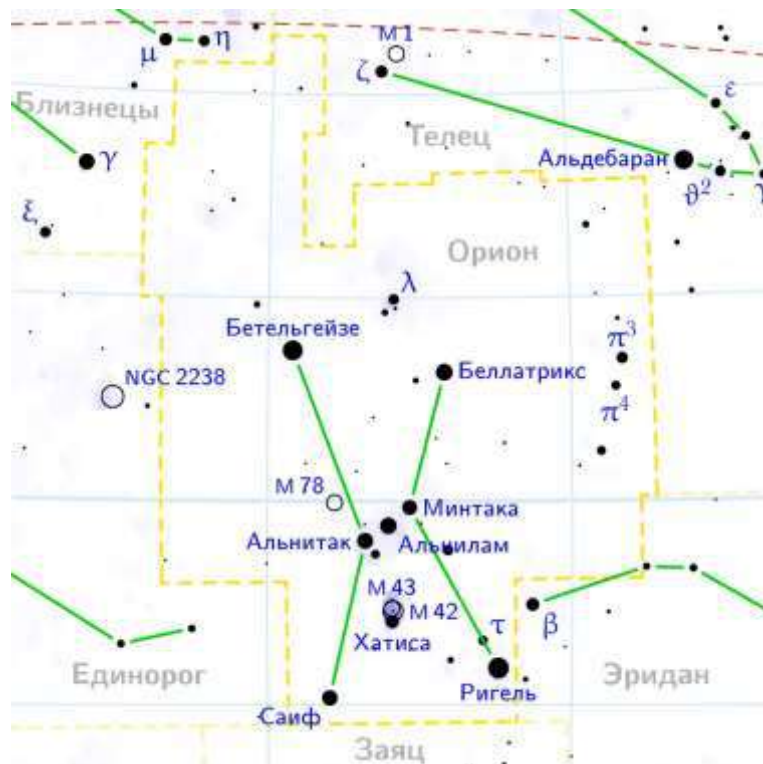
Точное совпадение ответа – 3 балла.

Комментарий. В центре кадра нетрудно заметить восходящий астеризм созвездия Ориона.

Пояс Ориона (звёзды Альнитак, Альнилам и Минтака) указывает на Сириус («слева снизу» для жителей умеренных широт Северного полушария). Скоро Сириус выглянет из-за деревьев.

Отметим, что Поллукс, Процион и Альдебаран – ярчайшие звёзды в созвездиях Близнецы, Малый Пёс и Телец, располагающихся по соседству с Орионом. Вместе с Сириусом они входят в девятизвёздный астеризм Зимний круг.

Привычная «северным» жителям ориентация созвездия (Меч Ориона под Поясом) означает, что снимок сделан в Северном полушарии. Орион недавно вошёл, находится недалеко от точки востока. Можно ожидать, что он дойдёт до точки запада чуть меньше, чем через половину суток, примерно через 11 часов.



Карта созвездия Ориона и окрестностей³

Круговерть

Самолёт летит вдоль экватора Земли. Длина окружности земного экватора – около 40 тысяч километров.



Шутка по теме задачи⁴

9. С какой скоростью происходит это движение самолёта, если диск Солнца словно застыл на небе для пассажиров? Ответ выразите в км/ч, округлите до целых.

³ Изображение: Wikimedia Commons / Denis Ibaev – https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Orion_constellation_map_ru_lite.png

⁴ Изображение: XKCD / yulka_mi – <https://xkcd.ru/1557/>

Решение. Самолёт должен компенсировать вращение Земли вокруг своей оси. Скорость вращения Земли на экваторе составляет

$$\frac{40000 \text{ км}}{24 \text{ ч}} \approx 1667 \text{ км/ч.}$$

Точное совпадение ответа – 5 баллов.

10. С какой периодичностью пассажиры могли бы наблюдать восходы Солнца, если бы самолёт развернулся и продолжил движение вдоль экватора с той же скоростью, но в противоположном направлении? Выразите ответ в часах, округлите до целых.

Решение. Восходы Солнца будут наблюдаться на самолёте каждый раз, когда тот пролетит полный круг по экватору относительно направления на Солнце. Так как самолёт будет двигаться вдвое быстрее точек поверхности (скорости сложатся), восходы будут происходить вдвое чаще, чем на поверхности, то есть каждые **12 часов**.

Точное совпадение ответа – 5 баллов.

Масштабный фактор

В некоторый день Солнечная система уменьшилась в размерах, причём все тела и расстояния между ними сократились пропорционально. Солнце в мини-системе оказалось размером с цветок одуванчика.



Изображение: сгенерировано моделью Kandinsky 3.1

11. Какого размера окажется Земля в такой мини-системе?

Ответ:

- С мельчайшее зёрнышко
- С горошину
- С футбольный мяч
- С человека
- С кошку

Точное совпадение ответа – 3 балла.

12. Как далеко от Солнца до Земли в мини-системе?

Ответ:

- **Несколько шагов**
- Стометровка
- На расстоянии вытянутой руки
- На максимальной дальности броска теннисного мячика
- С толщину пальца

Точное совпадение ответа – 3 балла.

13. Как далеко от Земли до Луны в мини-системе?

Ответ:

- Пара шагов
- Стометровка
- На расстоянии вытянутой руки
- На максимальной дальности броска теннисного мячика
- С толщину пальца

Точное совпадение ответа – 2 балла.

14. Сможет ли такая мини-система (от Солнца до Нептуна) уместиться в пределах небольшого города?

Ответ:

- **Да**
- Нет
- Невозможно определить

Точное совпадение ответа – 2 балла.

Комментарий. Умение оценивать параметры по порядку величины – важное умение. Для его развития нужно научиться соотносить между собой различные характеристики объектов.

Например, Солнце больше Земли примерно в 100 раз (в смысле линейного размера). Солнце-«цветок» имеет размер в несколько сантиметров. Значит, размер мини-Земли – доли миллиметра, что можно сравнить с **зёрнышком**.

Расстояние от Земли до Солнца больше самого Солнца примерно в 100 раз. Значит, в мини-системе это расстояние составит несколько метров, что соответствует **нескольким шагам**.

Расстояние Земля–Луна примерно вдвое меньше радиуса Солнца и в 30 раз больше размера Земли. В масштабе мини-системы это порядка сантиметра – **толщина пальца**.

Расстояние от Солнца до Нептуна больше расстояния Солнце–Земля в 30 раз. Для наших целей достаточно принять, что не более чем в 100. Значит, мини-

система имеет размер не более километра и вполне **может уместиться** в пределах небольшого города.

Ясный солнечный день

15. В какие дни года Солнце оказывается ближе всего к зениту в Санкт-Петербурге?

Ответ:

- **В день летнего солнцестояния**
- В день зимнего солнцестояния
- В день весеннего равноденствия
- В день осеннего равноденствия
- В любой день

Точное совпадение ответа – 3 балла.

16. Продолжительность светлого времени суток в такие дни...

Ответ:

- **Наибольшая**
- Наименьшая
- Изменяется быстрее всего
- Вдвое больше, чем на экваторе

Решение. Санкт-Петербург – северный город, находится на большом удалении от тропиков (и недалеко от Северного полярного круга). Поэтому Солнце никогда не бывает в зените в Санкт-Петербурге. Наибольшая высота Солнца достигается в полдень летнего солнцестояния, причём в этот день продолжительность дня наибольшая, а ночь практически не наступает («белые ночи»).

Точное совпадение ответа – 3 балла.

17. В какие дни года Солнце оказывается ближе всего к зениту на экваторе?

Ответ:

- В день летнего солнцестояния
- В день зимнего солнцестояния
- **В день весеннего равноденствия**
- **В день осеннего равноденствия**
- В любой день

Решение. На экваторе Солнце проходит точно через зенит в дни равноденствий (в полдень).

За каждый правильный ответ – 2 балла, за неправильный ответ – 0 баллов. Всего 4 балла.

Валидатор дат

18. Очень часто при заполнении форм допускают ошибки в записи дат. Выберите из списка только корректные даты по григорианскому (современному) календарю.

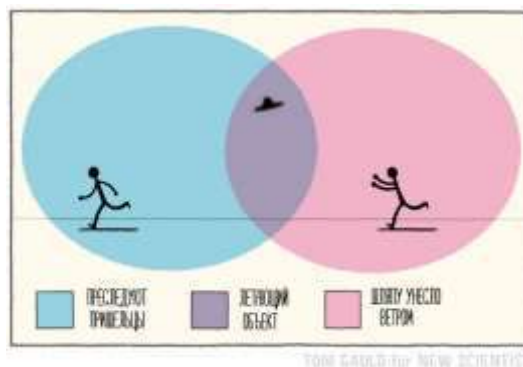
Ответ:

- 29 февраля 2024
- 29.02.2100
- 31.11.1904
- Февраль 29, 2000
- 42 августа 2023
- 29.02.1996
- 30.03.2012
- 30 февраля 124 года
- 01.02.2020
- 127.0.0.1

Решение. Исключим вариант «127.0.0.1»: это IP-адрес, а не дата. Заметим, что некоторые варианты ответа (например, 42 августа или 31.11) подразумевают явное превышение количества дней в том или ином месяце.

Наиболее принципиально в таком случае количество дней в феврале. Февраль состоит из 28 дней в невисокосные годы и из 29 дней – в високосные. В григорианском календаре високосным считается год, номер которого делится на 4, причём год с номером вида $N \cdot 100$ считается високосным лишь если N делится на 4. Таким образом исключаем даты вида «29 февраля 2100 г.»

За каждый правильный ответ – 2 балла, за неправильный ответ штраф – 5 баллов. Всего 10 баллов.



Изображение: сгенерировано моделью Kandinsky 3.1

Трансфигурация

19. Какие из перечисленных небесных тел могут наблюдаться на угловом расстоянии 90° от Солнца на небе Земли?

Ответ:

- Венера
- Марс
- Луна
- Спика
- Полярная
- Юпитер
- Меркурий
- Вега

Точное совпадение ответа – 8 баллов.

20. У какой планеты из перечисленных максимальное угловое удаление от Солнца больше?

Ответ:

- Венера
- Меркурий
- Удаления одинаковы

Точное совпадение ответа – 2 балла.

Комментарий. Из перечисленных объектов лишь внутренние планеты не могут наблюдаться на угловом расстоянии 90° от Солнца. В самом деле, любая «свободная» точка небесной сферы может в какой-то момент оказаться на таком удалении, поскольку Солнце в течение года движется по большому кругу (эклиптике). Внутренние же планеты ограничены в своём удалении от Солнца своими орбитами. Элонгация Венеры больше, поскольку больше радиус её орбиты.

Сортируй

21. Расположите перечисленные объекты в порядке увеличения расстояния от них до Земли.

Ответ:

- Международная космическая станция
- Луна
- Венера
- Юпитер
- Уран
- «Вояджер-2»
- Проксима Центавра
- Вега
- Малое Магелланово Облако
- Галактика Андромеды

Комментарий. Международная космическая станция находится на близкой околоземной орбите. Луна – спутник Земли. Меркурий и Венера – планеты земной группы. Юпитер и Сатурн – планеты- гиганты. Уран и Нептун – также планеты-гиганты, но расположенные дальше от Солнца и Земли.

«Вояджер-1» и «Вояджер-2» – автоматические межпланетные станции, пролетавшие мимо Юпитера и Сатурна около 1980 года. Также «Вояджер-2» в 1986 и 1989 годах пролетел мимо Урана и Нептуна. Они – движущиеся «на вылет» из Солнечной системы. Альфа Центавра – ближайшая к Солнцу звезда. Она состоит из трёх звёзд, т. е. является тройной системой. Ближайшую к нам их этих трёх звёзд называют Проксимой. Вега и Арктур – звёзды, расположенные, очевидно, дальше альфы Центавра. Большое и Малое Магеллановы Облака – галактики, спутники Млечного Пути. Галактики Андромеды и Треугольника – соседи Млечного Пути по Местной группе.

Точное совпадение ответа – 10 баллов.



Изображение сгенерировано моделью Kandinsky 3.1

1001 ночь

На Северном полюсе Земли в некоторый день восходит Солнце.



Арктический пейзаж⁵

⁵ Изображение: РИА Новости / Анна Юдина – <https://ria.ru/20150402/1056080787.html>

22. Выберите все верные утверждения.

Ответ:

- На Южном полюсе Земли заканчивается полярный день.
- На Северном полярном круге начинается полярная ночь.
- На Северном тропике Солнце наблюдается в зените.
- Это день весеннего равноденствия.
- Это день летнего солнцестояния.
- Это день осеннего равноденствия.

Решение. На Северном полюсе заканчивается полярная ночь. Это день весеннего равноденствия. На Южном полюсе в это время полярная ночь начинается, а полярный день заканчивается.

Полярная ночь на Северном полярном круге наблюдалась бы около дня зимнего солнцестояния, а на Северном тропике Солнце выше всего около дня летнего солнцестояния.

За каждый правильный ответ – 2 балла, за неправильный ответ – 0 баллов. Всего 4 балла.

23. Определите высоту Солнца на Северном полюсе через четверть года.

Ответ:

- 23°
- 15°
- 45°
- 90°
- 0°

Решение. Через четверть года, в день летнего солнцестояния высота Солнца на Северном полюсе окажется равна углу наклона эклиптики к плоскости экватора Земли – около 23 градусов.

Точное совпадение ответа – 3 балла.

24. Определите высоту Солнца на Северном полюсе через полгода.

Ответ:

- 23°
- 15°
- 45°
- 90°
- 0°

Решение. Через полгода, в день осеннего равноденствия высота Солнца на Северном полюсе окажется околонулевой: Солнце будет заходить.

Точное совпадение ответа – 3 балла.

Выйду на улицу

23 сентября на экваторе Луна вошла одновременно с заходом Солнца.



Изображение: Wikimedia Commons / Yurakum⁶

25. Какие небесные тела в ближайшую ночь могли (хотя бы теоретически) оказаться вблизи Луны с точки зрения земного наблюдателя?

Ответ:

- Венера
- Альдебаран
- **Юпитер**
- Канопус
- **Сатурн**

Решение. 23 сентября – день осеннего равноденствия. Восход Луны одновременно с заходом Солнца означает, что Луна находится в точке весеннего равноденствия, напротив Солнца. Полнолуние.

Венера как внутренняя планета не может наблюдаться в противостоянии с Солнцем. Альдебаран – звезда в созвездии Тельца, недалеко от точки летнего солнцестояния – и далеко от Луны в данном положении. Канопус – южная звезда, находится очень далеко от эклиптики.

За каждый правильный ответ – 2 балла, за неправильный ответ – 0 баллов. Всего 4 балла.

⁶ Изображение: Yurakum / Wikimedia Commons –
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Lunar_Eclipse_28.10.2023_in_Saratov.jpg

26. В какие дни могло наблюдаться лунное затмение?

Ответ:

- **23 сентября**
- **21 октября**
- 6 октября
- 14 сентября
- 1 сентября

Решение. Необходимо выбрать даты, соответствующие полнолуниям. В данном диапазоне это непосредственно 23 сентября и отстоящий от него на синодический месяц (29.5 суток) день 21 октября.

За каждый правильный ответ – 2 балла, за неправильный ответ – 0 баллов. Всего 4 балла.

27. Произошло ли полное солнечное затмение в период с 23 сентября по 23 октября?

Ответ:

- Да
- Нет
- **Невозможно определить**

Комментарий. Нет данных, позволяющих подтвердить или опровергнуть возможность наступления затмения. Всё зависит от взаимного расположения Луны и Солнца во время новолуния.

Точное совпадение ответа – 2 балла.