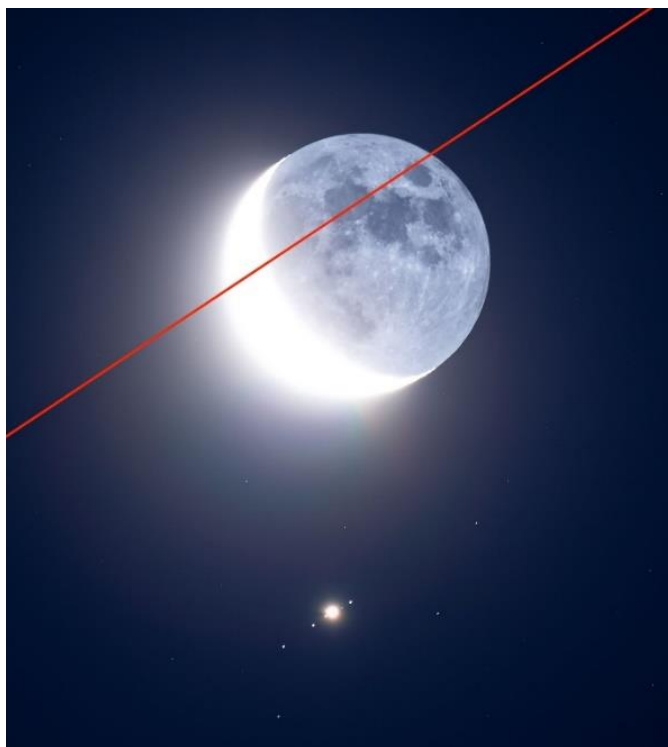


ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
АСТРОНОМИЯ. 2023–2024 уч. г.
ШКОЛЬНЫЙ ЭТАП. 8–9 КЛАССЫ

Максимальное количество баллов — 100.

Задания 1–4

Посмотрите внимательно на фотографию.



1) Фотография сделана в Северном полушарии Земли 14 июня. Когда наступило ближайшее к дате съёмки полнолуние?

- 1 апреля
- 30 мая
- 4 июня
- 14 июля
- 15 июля

Точное совпадение ответа — 3 балла.

Решение

Период смены фаз луны — один месяц (точнее, 29.5 суток). Луна очень «старая», обращена серпом влево. Ближайшее новолуние наступит через несколько дней, ближайшее полнолуние было примерно полмесяца назад, а следующее полнолуние — примерно через полмесяца.

2) Определите собственное название яркого объекта в нижней части фотографии. Ответ запишите русскими буквами.

Ответ: Юпитер

Точное совпадение ответа — 2 балла.

Решение

Нетрудно догадаться, заметив «пояс» галилеевых спутников.

3) Как называется большой круг, часть которого отмечена красной линией на изображении?

- Небесный экватор
- Галактический экватор
- Меридиан
- Терминатор
- Эклиптика
- Красный круг

Точное совпадение ответа — 2 балла.

Решение

Эклиптика соответствует годичному пути Солнца. Луна и Юпитер находятся вблизи эклиптики. «Серп» Луны направлен в сторону Солнца, орбиты спутников Юпитера также лежат практически в плоскости эклиптики.

4) В какой созвездии находилась Луна в день съёмки?

- Овен
- Весы
- Скорпион
- Стрелец
- Козерог

Точное совпадение ответа — 3 балла.

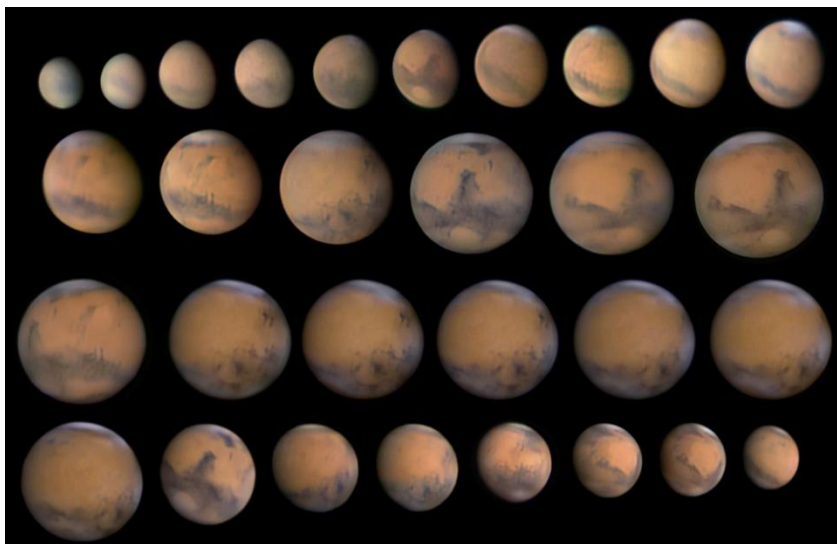
Решение

Луна в малой фазе находится недалеко от Солнца, а Солнце 14 июня находится в летнем секторе эклиптики, в созвездии Тельца. Овен — весеннее созвездие, сосед Тельца. Весы, Скорпион, Стрелец, Козерог — осенне-зимние созвездия, расположенные в противоположной части эклиптики.

Максимальный балл за задание — 10 баллов.

Задания 5-8

Земля и Марс обращаются вокруг Солнца по близким к круговым орбитам, лежащим примерно в одной плоскости. Расстояние между Землёй и Марсом из-за их орбитального движения изменяется, вследствие чего видимый угловой размер Марса на земном небе тоже варьирует. На изображении представлены фотографии Марса, сделанные в 2007–2008 годах с одинаковым масштабом.



5) Радиус орбиты Марса составляет 1.52 астрономической единицы. Определите наименьшее возможное расстояние между Землёй и Марсом. Ответ выразите в астрономических единицах, округлите до сотых.

Ответ: 0.52

Точное совпадение ответа — 2 балла.

Решение

Наименьшее расстояние достигается, когда Земля и Марс находятся на одном луче при наблюдении с Солнца. Оно равно разности радиусов орбит этих планет. (Радиус орбиты Земли = 1 а. е.).

6) Определите наибольшее возможное расстояние между Землёй и Марсом. Ответ выразите в астрономических единицах, округлите до сотых.

Ответ: 2.52

Точное совпадение ответа — 2 балла.

Решение

Наибольшее расстояние достигается, когда Земля и Марс находятся на одной прямой при наблюдении с Солнца, но по разные стороны от него. Оно равно сумме радиусов орбит этих планет.

7) Во сколько раз наибольший видимый угловой размер Марса больше наименьшего? Ответ округлите до целых.

Ответ: 5

Точное совпадение ответа — 4 балла.

Решение

Видимый угловой размер при прочих равных обратно пропорционален расстоянию до объекта (если угол, под которым виден объект, достаточно мал). В таком случае искомое отношение есть отношение наибольшего и наименьшего расстояний между Землёй и Марсом.

8) Почему вид поверхности Марса отличается на разных фотографиях?

- Марс вращается вокруг своей оси, как и Земля, так что в моменты съёмки видны разные части поверхности Марса.
- В атмосфере Марса возникают мощные облака, которые видны как тёмные образования на снимках.
- В действительности вид поверхности Марса на разных фотографиях совершенно одинаковый, Марс всегда обращён к Земле одной стороной.
- На Марсе очень сильный вулканизм, из-за чего рельеф успеваает поменяться в промежутке между очередными кадрами.

Точное совпадение ответа — 2 балла.

Максимальный балл за задание — 10 баллов.

Задания 9-11

На снимке запечатлена Луна вблизи горизонта.



9) Определите фазу Луны.

- Новолуние
- Растущая
- Полнолуние
- Убывающая

Точное совпадение ответа — 4 балла.

Решение

Размытый край земной тени и оттенок Луны не оставляют пространства для воображения.

10) Выберите все причины, по которым Луна на фото имеет ярко-красный оттенок.

- Наблюдается лунное затмение; Луна освещена светом, прошедшим через атмосферу Земли.
- Луна наблюдается низко над горизонтом; свет от неё проходит сквозь толщу атмосферы Земли.
- Породы на поверхности Луны окисляет атмосферный кислород с Земли, и они краснеют, как поверхность Марса.
- Луна нагрелась из-за близости к Солнцу; аналогичное явление наблюдается при калении проволоки в пламени.
- Луна стесняется.

Точное совпадение ответа — 4 балла.

11) Как называется явление, из-за которого Луна вблизи горизонта выглядит слегка сплюснутой?

- Рефракция
- Репарация
- Реабилитация
- Революция
- Регенерация
- Ретрансляция

Точное совпадение ответа — 2 балла.

Максимальный балл за задание — 10 баллов.

Задания 12-14

Земля обращается вокруг Солнца по круговой орбите с орбитальной скоростью 30 км/с, совершая один оборот за год. Свет в вакууме движется в 10 тысяч раз быстрее, чем Земля по своей орбите.

12) За какое время свет преодолевает расстояние от Солнца до Земли? Ответ выразите в секундах, округлите до целых.

Примечание: длина окружности больше её радиуса в $2\pi \approx 6.28$ раз.

Ответ: засчитывается в диапазоне [490; 510]

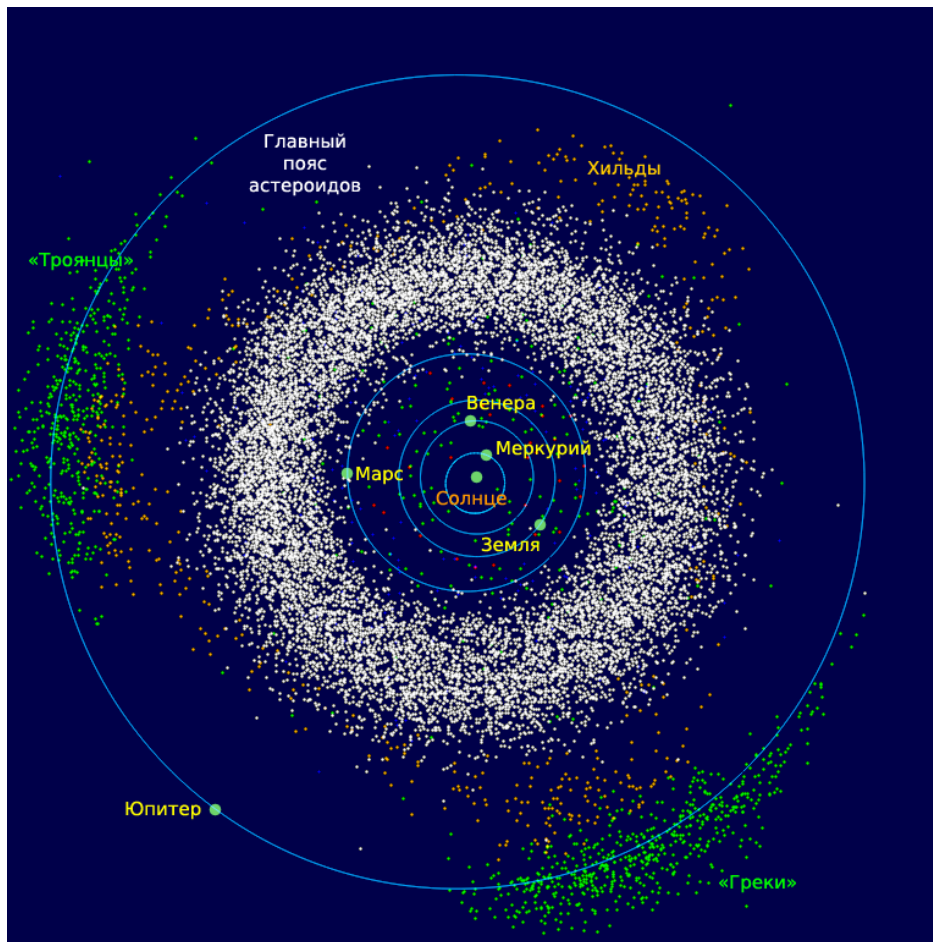
Точное совпадение ответа — 4 балла.

Решение

За год, то есть за $365.25 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60 \approx 3.16 \cdot 10^7$ секунд Земля пролетает по орбите расстояние, равное 6.28 а. е.

Свет преодолевает такое расстояние в 10 тысяч раз быстрее, то есть за $3.16 \cdot 10^3$ секунд; 1 а. е. — за $3.16 \cdot 10^3 : 6.28 \approx 5.0 \cdot 10^2$ секунд.

13) Троянские астероиды Юпитера — это две крупные группы астероидов, каждая из которых вместе с Солнцем и Юпитером образует равносторонний треугольник. Радиус орбиты Юпитера — 5.2 астрономических единицы. Определите расстояние от Солнца до троянцев. Ответ выразите в астрономических единицах, округлите до десятых.



Ответ: 5.2

Точное совпадение ответа — 2 балла.

Решение

Соответствующее расстояние равно радиусу орбиты Юпитера, поскольку треугольник равносторонний.

14) За какое время свет от Солнца достигает троянцев? Ответ выразите в минутах, округлите до целых.

Ответ: засчитывается в диапазоне [42; 44]

Точное совпадение ответа — 4 балла.

Решение

$$5.2 \cdot 500 \text{ с} = 2600 \text{ с} \approx 43 \text{ мин.}$$

Максимальный балл за задание — 10 баллов.

Задание 15

Установите соответствие между наименованиями объектов и их характерной массой (по порядку величины).

Ответ:

Нептун	10^{26} кг
Звёздное скопление М53	10^{36} кг
Луна	10^{23} кг
Галактика Водоворот	10^{42} кг
Солнце	10^{30} кг

За каждую верную пару — 2 балла.

Максимальный балл за задание — 10 баллов.

Задания 16-19

Самолёт летит из Москвы (56° с. ш., 38° в. д.) в Красноярск (56° с. ш., 93° в. д.).

16) В каком городе восход Солнца наступает на несколько часов раньше?

- Москва
- Красноярск
- Одновременно
- Зависит от времени года

Точное совпадение ответа — 3 балла.

Решение

Города находятся на одной широте, но Красноярск восточнее.

17) Определите разность долгот Красноярска и Москвы. Ответ выразите в градусах.

Ответ: 55

Точное совпадение ответа — 2 балла.

Решение

Непосредственное вычисление.

18) Определите разность долгот Красноярска и Москвы. Ответ выразите в часах и минутах, записав в формате ЧЧ:ММ.

Ответ: 03:40

Точное совпадение ответа — 2 балла.

Решение

360 градусов долготы соответствуют 24 часам, то есть на 1 час приходится 15 градусов. $55^\circ : 15^\circ/\text{ч} = 3 \text{ часа } 40 \text{ минут}$.

19) Самолёт вылетел из Москвы в 12:00 по местному (московскому) солнечному времени и прибыл в Красноярск в 20:40 по местному (красноярскому) солнечному времени. Определите время в пути. Ответ запишите в формате ЧЧ:ММ.

Ответ: 05:00

Точное совпадение ответа — 2 балла.

Решение

Местное время Красноярска опережает московское, как вычислено ранее, на 03:40. В таком случае продолжительность полёта составляет

$$20:40 - 03:40 - 12:00 = 05:00.$$

Максимальный балл за задание — 10 баллов.

Задания 20-21

20) Установите соответствие между названиями звёзд и созвездий, которым они принадлежат.

Ответ:

Алголь	Персей
Вега	Лира
Полярная	Малая Медведица
Канопус	Киль
Бетельгейзе	Орион

За каждую верную пару — 1 балл.

21) Установите соответствие между названиями звёзд и условиями их видимости в средней полосе России.

Ответ:

Вега Полярная Капелла	Наблюдается круглый год
Канопус	Не наблюдается
Бетельгейзе	Наблюдается сезонно

За каждую верную пару — 1 балл.

Максимальный балл за задание — 10 баллов.

Задания 22-24

22) Радиус Сириуса (главного компонента) составляет 1.7 радиуса Солнца. Во сколько раз объём Сириуса больше объёма Солнца? Ответ округлите до десятых.

Ответ: 4.9

Точное совпадение ответа — 4 балла.

Решение

Отношение объёмов подобных тел прямо пропорционально кубу отношения их линейных размеров. $1.7^3 \approx 4.9$.

23) Средняя плотность Сириуса (главного компонента) меньше плотности Солнца в 2.5 раза. Определите массу Сириуса. Ответ выразите в единицах солнечной массы, округлите до целых.

Ответ: 2

Точное совпадение ответа — 4 балла.

Решение

Плотность есть отношение массы к объёму. При равных массах плотность Сириуса была бы меньше плотности Солнца в 4.9 раза (отношение их объёмов), но в реальности Сириус *не настолько менее* плотный. Масса Сириуса больше солнечной в $4.9 : 2.5 \approx 2$ раза.

24) Какому созвездию принадлежит Сириус?

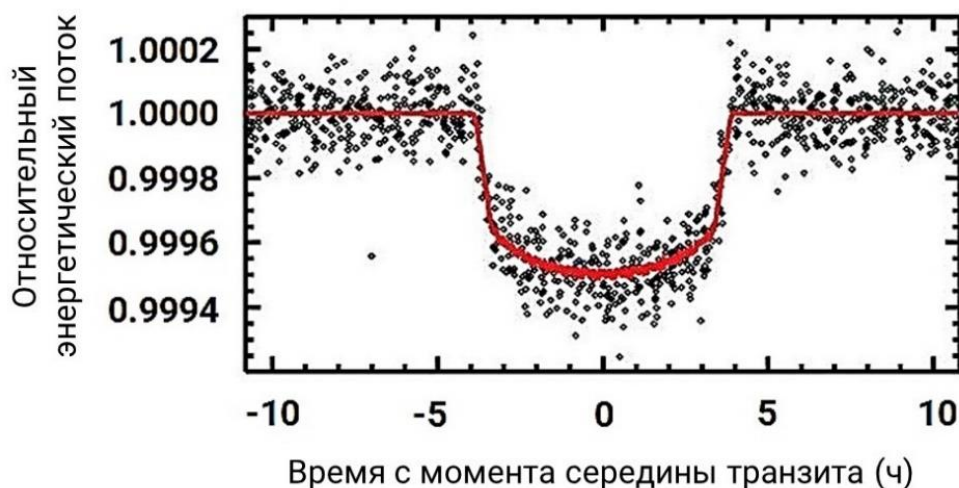
- **Большой Пёс**
- Орион
- Эридан
- Малый Конь
- Золотая Рыба
- Телец

Точное совпадение ответа — 2 балла.

Максимальный балл за задание — 10 баллов.

Задания 25-27

На графике представлена зависимость количества световой энергии, приходящей от звёздной системы, от времени. Время от времени перед диском звезды проходит обращающаяся вокруг неё экзопланета, из-за чего блеск звезды ослабевает.



По горизонтальной оси отложено количество часов от момента середины транзита планеты, по вертикальной — относительный энергетический поток (вне транзита = 1.0000). Красная кривая сглаживает случайные ошибки измерений.

25) Определите продолжительность транзита. Ответ выразите в часах, округлите до целых.

Ответ: 8

Точное совпадение ответа — 4 балла.

Решение

От -4 до $+4$ часов.

26) Определите «глубину» падения относительного энергетического потока, обусловленную транзитом. Ответ округлите до десятитысячных.

Ответ: 0.0005

Точное совпадение ответа — 3 балла.

Решение

В середине транзита относительный поток составляет примерно 0.9995 от потока вне транзита, то есть глубина составляет $1 - 0.9995 = 0.0005$.

27) Предположим, что орбитальная скорость экзопланеты во время транзита совпала по величине с земной (30 км/с). Определите диаметр звезды, считая, что в середине транзита экзопланета пересекла луч Земля — центр звезды. Размер орбиты планеты существенно больше размеров звезды. Ответ выразите в тысячах километров, округлите до целых.

Ответ: засчитывается в диапазоне [810; 918]

Точное совпадение ответа — 3 балла.

Решение

Экзопланета преодолевает диаметр звезды за время транзита (размером самой экзопланеты, очевидно, можно пренебречь): $8 \text{ ч} \cdot 30 \text{ км/с} = 864 \text{ тыс. км}$.

Максимальный балл за задание — 10 баллов.

Задание 28

Установите соответствие между объектами и их характеристиками или определениями.

Ответ:

Астероиды	Малые небесные тела неправильной формы из каменного или металлического материала, обращающиеся вокруг Солнца
Спутники планет	Небесные тела, обращающиеся вокруг планет
Персеиды	Метеорный поток, который наблюдается каждый год в середине августа
Марсоходы	Беспилотные аппараты, предназначенные для исследования поверхности планеты Марс
Орбитальные станции	Искусственные космические объекты, предназначенные для длительного пребывания людей на орбите

За каждую верную пару — 2 балла.

Максимальный балл за задание — 10 баллов.

Максимальное количество баллов — 100.