

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
АСТРОНОМИЯ. 2023–2024 уч. г.  
ШКОЛЬНЫЙ ЭТАП. 11 КЛАСС

Максимальное количество баллов — 100.

Задания 1–4

27 июля 2018 года состоялось полное лунное затмение. Оно оказалось примечательным по двум причинам. Во-первых, это самое длинное полное лунное затмение в XXI веке. Во-вторых, в момент затмения Луна наблюдалась на земном небе рядом с Марсом. Расстояние от Марса до Солнца в тот день составляло 1.40 а. е.



1) Определите расстояние от Марса до Земли в тот день. Орбиту Земли считайте круговой. Ответ выразите в астрономических единицах, округлите до десятых.

2) Как называется конфигурация, в которой Марс и Земля при наблюдении с Солнца оказываются примерно на одном луче на минимальном расстоянии друг от друга?

- Великое противостояние
- Уникальное происшествие
- Редкое явление
- Удобное событие
- Знаменательное совпадение

3) Когда наступило ближайшее после того дня новолуние?

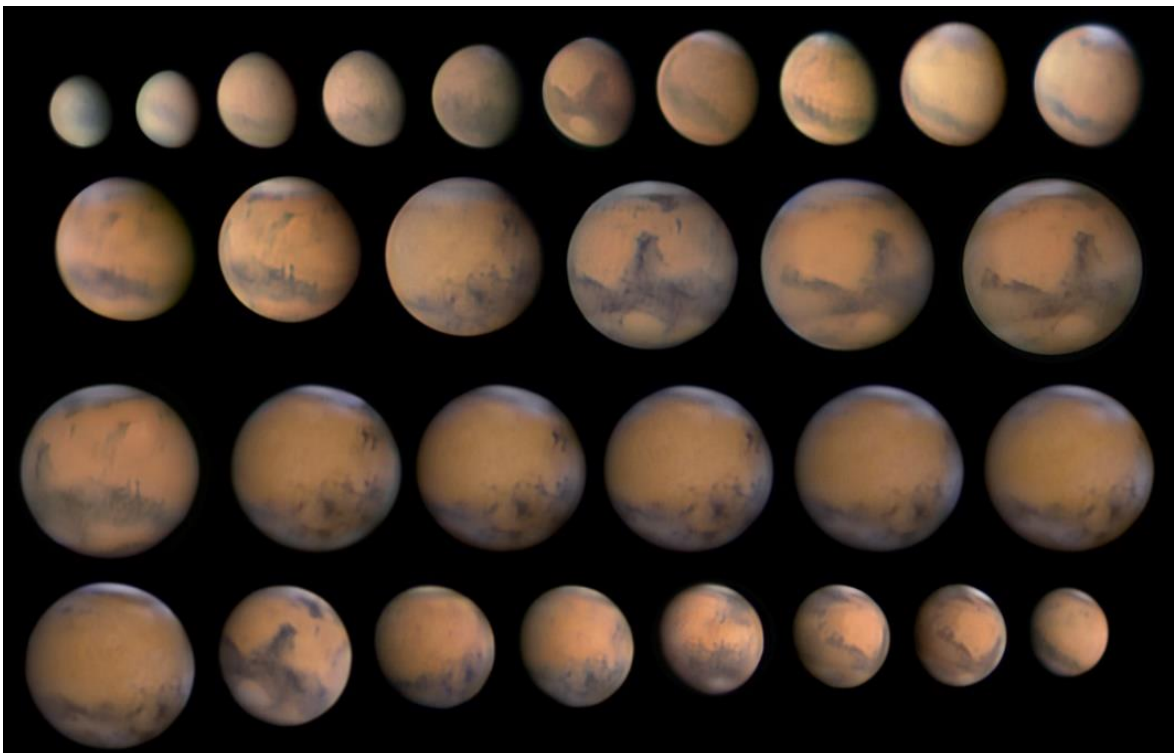
- 1 апреля
- 28 июня
- 13 июля
- 11 августа
- 26 августа
- 25 сентября

4) В каком созвездии наблюдался Марс?

- Козерог
- Телец
- Близнецы
- Овен
- Рак

### Задания 5-7

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) Используя предложенное изображение, определите, во сколько раз наибольший видимый угловой размер Марса превышает наименьший. Ответ округлите до десятых.

6) Считая, что изображение охватывает весь возможный диапазон видимых размеров Марса, определите радиус его орбиты. Ответ выразите в астрономических единицах, округлите до десятых.

7) 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.

### Задания 8-10

Эта картинка — коллаж серии изображений «двойного прохождения», полученных 8 июня 2004 года. На снимках запечатлена Международная космическая станция (МКС) и планета на фоне диска Солнца.



8) Что это за планета?

- Венера
- Марс
- Юпитер
- Сатурн

9) «Двойное прохождение» наблюдалось в узкой полосе на Земле в течение весьма непродолжительного времени. Смонтированные кадры снимались с промежутками всего в 0.033 секунды. Определите видимую угловую скорость МКС. Диаметр Солнца составляет около  $0.5^\circ$ . Ответ выразите в градусах за секунду, округлите до целых.

10) Почему видимые угловые размеры МКС и планеты оказались сопоставимы?

- МКС гораздо меньше планеты, но при этом гораздо ближе к наблюдателю.
- МКС — величайшее сооружение человечества, имеющее в действительности размеры Меркурия.
- Это оптическое явление, аналогичное искажению форм объектов в потоке воздуха над костром.
- МКС движется столь быстро, что её видимые размеры увеличиваются.

### Задания 11-13

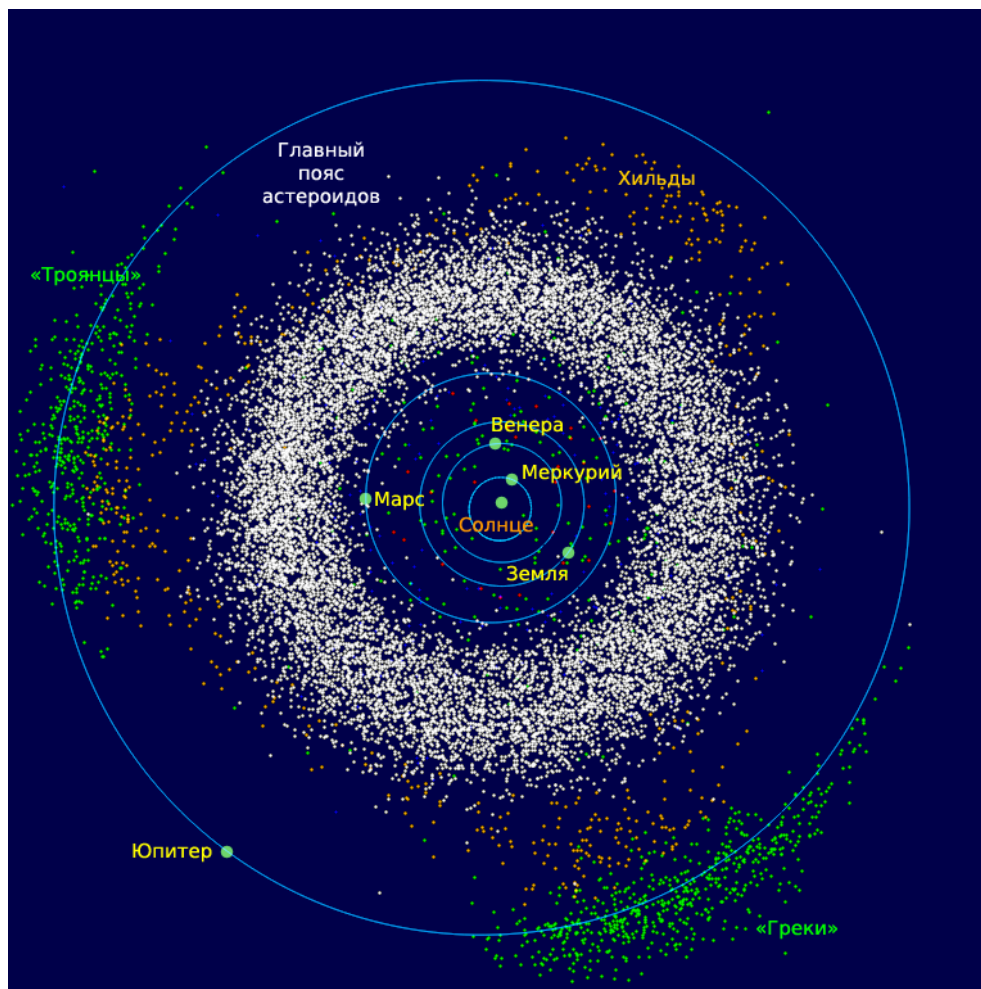
Земля обращается вокруг Солнца по круговой орбите с орбитальной скоростью 30 км/с, совершая один оборот за год. Свет в вакууме движется в 10 тысяч раз быстрее, чем Земля по своей орбите.

1 астрономическая единица = 150 млн км.

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

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

12) 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 минимальное расстояние от Земли до троянцев. Ответ выразите в астрономических единицах, округлите до десятых.



13) Определите средний период обращения троянцев вокруг Солнца. Ответ выразите в годах, округлите до десятых.

### Задание 14

Установите соответствие между объектами и их характерными средними плотностями.

Земля	$7 \cdot 10^2 \text{ кг/м}^3$
Сатурн	$1.4 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$
Солнце	$10^{17} \text{ кг/м}^3$
Вселенная	$5 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$
Нейтронная звезда	$10^{26} \text{ кг/м}^3$

### Задания 15-17

Экваториальный наблюдатель заметил, что в 21:00 точно на северо-востоке вошла яркая звезда. При решении этой задачи рефракцией и отличием реального горизонта от математического можно пренебречь.

15) На какой высоте эту звезду возможно было наблюдать той же ночью в 03:00? Ответ выразите в градусах, округлите до целых.

16) Определите астрономический азимут этой звезды в 03:00 той же ночи. Ответ выразите в градусах, округлите до целых.

17) Во сколько можно ожидать заход этой звезды на следующий день? Ответ запишите в формате ЧЧ:ММ, округлите до минут.

### Задание 18

Расположите диапазоны электромагнитного излучения в порядке увеличения длины волны.

- Радиоизлучение
- Инфракрасное излучение
- Видимое излучение
- Ультрафиолетовое излучение
- Рентгеновское излучение

### Задания 19-21

Луна меньше Земли в 3.6 раза по размеру, при этом легче в 81 раз.

19) Определите среднюю плотность Земли, если средняя плотность Луны составляет  $3.4 \text{ г/см}^3$ . Ответ выразите в  $\text{г/см}^3$ , округлите до десятых.

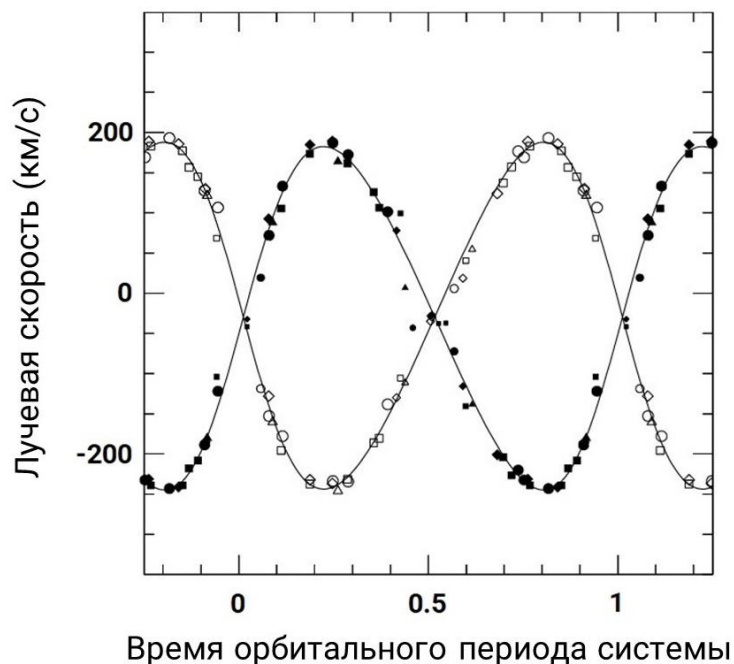
20) Во сколько раз первая космическая скорость для Луны меньше земной? Ответ округлите до десятых.

21) Средняя плотность земной коры составляет около  $3 \text{ г/см}^3$ . Сделайте вывод:

- Земная кора в среднем плотнее мантии и ядра.
- Мантия и ядро в среднем плотнее земной коры.
- Мантия в среднем плотнее ядра Земли.
- Невозможно сделать вывод о распределении массы по средней плотности.

### Задания 22-23

На графике представлена зависимость лучевых скоростей (проекций скоростей звёзд на луч зрения) компонентов двойной звездной системы от времени. Чёрные и белые отметки относятся соответственно к одному из двух компонентов системы. По горизонтальной оси отложено время в долях орбитального периода системы, по вертикальной — лучевые скорости компонентов, выраженные в км/с. Для удобства для каждого из рядов данных проведена сглаживающая кривая.



22) Определите амплитуду — половину размаха — колебаний лучевой скорости компонента, которому соответствуют белые отметки. Ответ выразите в км/с, округлите до целых.

23) Как соотносятся между собой массы компонентов системы?

- Массы примерно равны.
- Масса первого вдвое больше массы второго.
- Масса второго вдвое меньше массы первого.
- Масса первого втрое больше массы второго.
- Масса второго втрое меньше массы первого.
- Невозможно определить.

24) Предположим, что плоскости орбит компонентов системы лежат на луче зрения. Период обращения компонентов системы составляет 24 часа. Определите радиус орбиты «белого» компонента относительно центра масс системы. Ответ выразите в миллионах километров, округлите до целых.

### Задание 25

Установите соответствие между физическими и астрономическими величинами и единицами их измерения.

Светимость	Тесла
Индукция магнитного поля	Парсек
Расстояние	Ватт
	Светимость Солнца
	Гаусс

**Максимальное количество баллов — 100.**