

Кружок по решению астрономических  
задач (ШЭ олимпиады)

**Группа Вконтакте**

<https://vk.com/club207574058>

Олимпиада 15.10 с 8-00 до 20-00  
(продолжительность 60-75 мин).

1. Участок какого созвездия запечатлён на фотографии?



- 1) Большая Медведица
- 2) Кассиопея
- 3) Орион
- 4) Телец
- 5) Возничий
- 6) Геркулес
- 7) Козерог

1. Участок какого созвездия запечатлён на фотографии?



1) Большая Медведица

2) Кассиопея

3) Орион

4) Телец

5) Возничий

6) Геркулес

7) Козерог

2. На какой широте в День России, 12 июня, продолжительность непрерывной видимости Полярной звезды невооружённым глазом наибольшая (при условии ясной погоды)?

1)  $90^\circ$  с. ш.

2)  $60^\circ$  с. ш.

3)  $45^\circ$  с. ш.

4)  $10^\circ$  с. ш.

5)  $23,5^\circ$  ю. ш.

6)  $87^\circ$  ю. ш.

2. На какой широте в День России, 12 июня, продолжительность непрерывной видимости Полярной звезды невооружённым глазом наибольшая (при условии ясной погоды)?

1)  $90^\circ$  с. ш.

2)  $60^\circ$  с. ш.

3)  $45^\circ$  с. ш.

4)  $10^\circ$  с. ш.

5)  $23,5^\circ$  ю. ш.

6)  $87^\circ$  ю. ш.

4

*Комментарий:* чем южнее, тем дольше длятся ночи летом, но в Южном полушарии Полярная звезда всегда под горизонтом.

3. На какой широте в День России, 12 июня, высота Полярной звезды наибольшая?

1)  $90^\circ$  с. ш.

2)  $60^\circ$  с. ш.

3)  $45^\circ$  с. ш.

4)  $10^\circ$  с. ш.

5)  $23,5^\circ$  ю. ш.

6)  $87^\circ$  ю. ш.

3. На какой широте в День России, 12 июня, высота Полярной звезды наибольшая?

1)  $90^\circ$  с. ш.

2)  $60^\circ$  с. ш.

3)  $45^\circ$  с. ш.

4)  $10^\circ$  с. ш.

5)  $23,5^\circ$  ю. ш.

6)  $87^\circ$  ю. ш.

1

*Комментарий:* Северный полюс мира на Северном полюсе в зените.

4. В каком полушарии сделана эта фотография?



- 1) В Северном полушарии
- 2) В Южном полушарии
- 3) Невозможно определить



4. В каком полушарии сделана эта фотография?



- 1) В Северном полушарии
- 2) В Южном полушарии
- 3) Невозможно определить

5. Как-то в середине осени начинающий художник сразу после захода Солнца сделал набросок картины «Осень в Подмосковье», нарисовав с натуры линию горизонта, несколько элементов пейзажа и положения Венеры и Юпитера (цифры 1 и 2 на рисунке), видимых на небе в это время. Через несколько месяцев он вернулся к работе и нарисовал на наброске своё любимое созвездие.

1) Под каким номером на рисунке изображена Венера, а под каким Юпитер? Объясните ваш выбор.

2) Как называется любимое созвездие художника? Какие ошибки он допустил, поместив его на свой набросок?



5. 1) Планета №1 – Юпитер, планета №2 – Венера. Выбор можно объяснить так: как известно, Венера на земном небе не удаляется от Солнца далеко (больше, чем на  $48^\circ$ ). Поскольку положение планет было обозначено в середине осени, то есть в момент времени достаточно близкий ко дню равноденствия, значит, Солнце зашло примерно у точки запада. Получается, что



планета №1 находится от него на расстоянии около  $90^\circ$ . Следовательно, это Юпитер, т.к. по условию мы должны выбрать из двух планет - Юпитера и Венеры.

2) Созвездие – Орион.

3) Ошибки, допущенные художником:

- осенью Орион не может наблюдаться в западной части горизонта сразу после захода Солнца;
- слишком большой размер созвездия;
- созвездие должно быть повернуто по часовой стрелке примерно на  $30$  градусов от указанного на рисунке положения;
- планеты не могут находиться под созвездием Ориона;
- видно слишком много звёзд в созвездии на еще ярком фоне вечернего неба.

6. Любитель астрономии взял «немую» (т. е. без надписей) карту окрестностей созвездия Орион с обозначенной на ней эклипстикой и по памяти нанёс на карту названия объектов и положения двух планет. Найдите ошибки, которые он допустил. Исправьте найденные ошибки (те, которые можно исправить).



6. любитель допустил 5 ошибок.

- 1) Неверно подписано созвездие «Кассиопея»;
- 2) звезда «Ригель» указана неверно;
- 3) «Большая туманность Ориона» подписана неверно;
- 4) звезда Бенетнаш указана неверно;
- 5) планета Юпитер не может настолько далеко отходить от эклиптики.

Необходимо внести следующие исправления:

- 1) вместо «Кассиопея» написать «Телец»;
- 2) заменить «Ригель» на «Бетельгейзе» либо перенести надпись «Ригель» к яркой правой нижней звезде созвездия;
- 3) убрать или перенести к обозначению М42 надпись «Большая туманность Ориона»;
- 4) заменить «Бенетнаш» (это звезда созвездия Большой Медведицы) на «Беллатрикс»;
- 5) убрать планету Юпитер или перерисовать её на правильное положение ближе к эклиптике (исправление этой ошибки указано тут для полноты, т. к., не зная даты, невозможно указать, на какое место надо перенести Юпитер).

7. Выберите из списка названия созвездий:

- 1) Козерог
- 2) Полярная Собака
- 3) Лира
- 4) Северный Кот
- 5) Летящий Павлин
- 6) Млечный Путь
- 7) Плеяды
- 8) Б. Медведица
- 9) Орион
- 10) Малая кошка

7. Выберите из списка названия созвездий:

- 1) Козерог
- 2) Полярная Собака
- 3) Лира
- 4) Северный Кот
- 5) Летящий Павлин
- 6) Млечный Путь
- 7) Плеяды
- 8) Б. Медведица
- 9) Орион
- 10) Малая кошка

1) Козерог; 3) Лира; 8) Б. Медведица; 9) Орион

8. Определите угловое расстояние (с точностью до нескольких угловых минут) между Геммой ( $\alpha$  Северной Короны) и Ункалхан ( $\alpha$  Змеи), между Вегой и Луной, между Феркадом ( $\gamma$  Малой Медведицы) и Мирфаком ( $\alpha$  Персея), если известны их координаты:

- 1) Гемма (азимут  $A_1=169^\circ$ , высота  $h_1=59^\circ$ ), Ункалхан (азимут  $A_2=169^\circ$ , высота  $h_2=41^\circ$ )
- 2) Вега (азимут  $A_3=90^\circ$ , высота  $h_3=49^\circ$ ), Луна (азимут  $A_4=270^\circ$ , высота  $h_4=11^\circ$ )
- 3) Феркад (прямое восхождение  $\alpha_1=15^h20^m$ , склонение  $\delta_1=71^\circ46'$ ), Мирфак (прямое восхождение  $\alpha_2=3^h24^m$ , склонение  $\delta_2=49^\circ51'$ ).

Объясните, как Вы нашли угловое расстояние в каждом случае.

## • Решение

Если внимательно посмотреть на координаты пар объектов из условия задачи, то можно заметить, что во всех случаях пары объектов находятся на большом круге: у первой пары совпадают азимуты  $A_1=A_2$ , у второй - азимуты отличаются на  $A_4-A_3=180^\circ$ , звёзды третьей пары находятся почти на одном круге склонения (прямые восхождения у звёзд отличаются примерно на  $\alpha_1-\alpha_2 \approx 12^h$ ).

Поэтому для вычисления угловых расстояний достаточно вычислить, на сколько отстоят друг от друга объекты по соответствующим большим кругам:

- 1)  $h_1-h_2=18^\circ$
- 2)  $(90^\circ-h_3)+(90^\circ-h_4)=41^\circ+75^\circ=120^\circ$
- 3)  $(90^\circ-\delta_1)+(90^\circ-\delta_2)=18^\circ14'+40^\circ09' \approx 58^\circ23'$

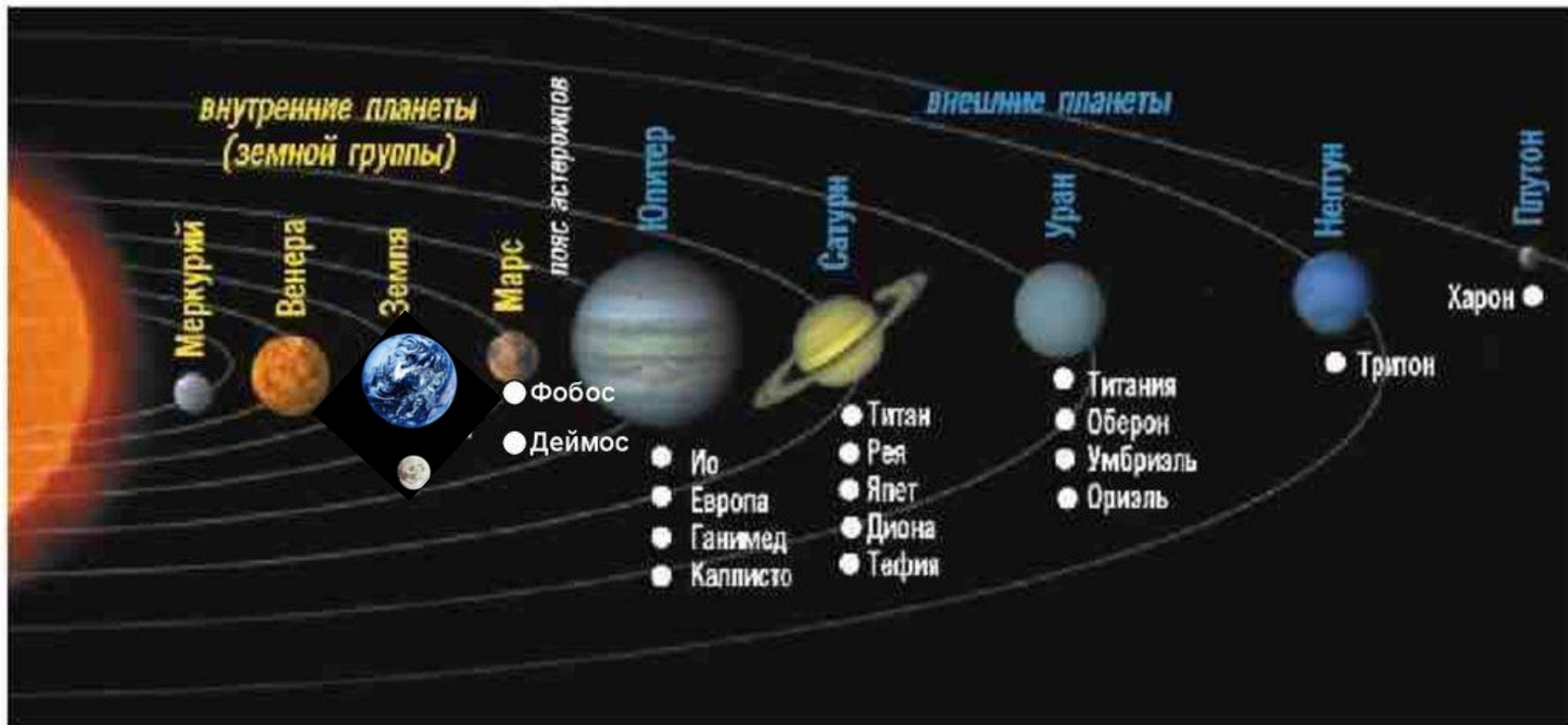


Объекты Солнечной системы.  
Конфигурации планет.  
Затмения.

Занятие 2

9-11 класс

# Солнечная система до 2006 г

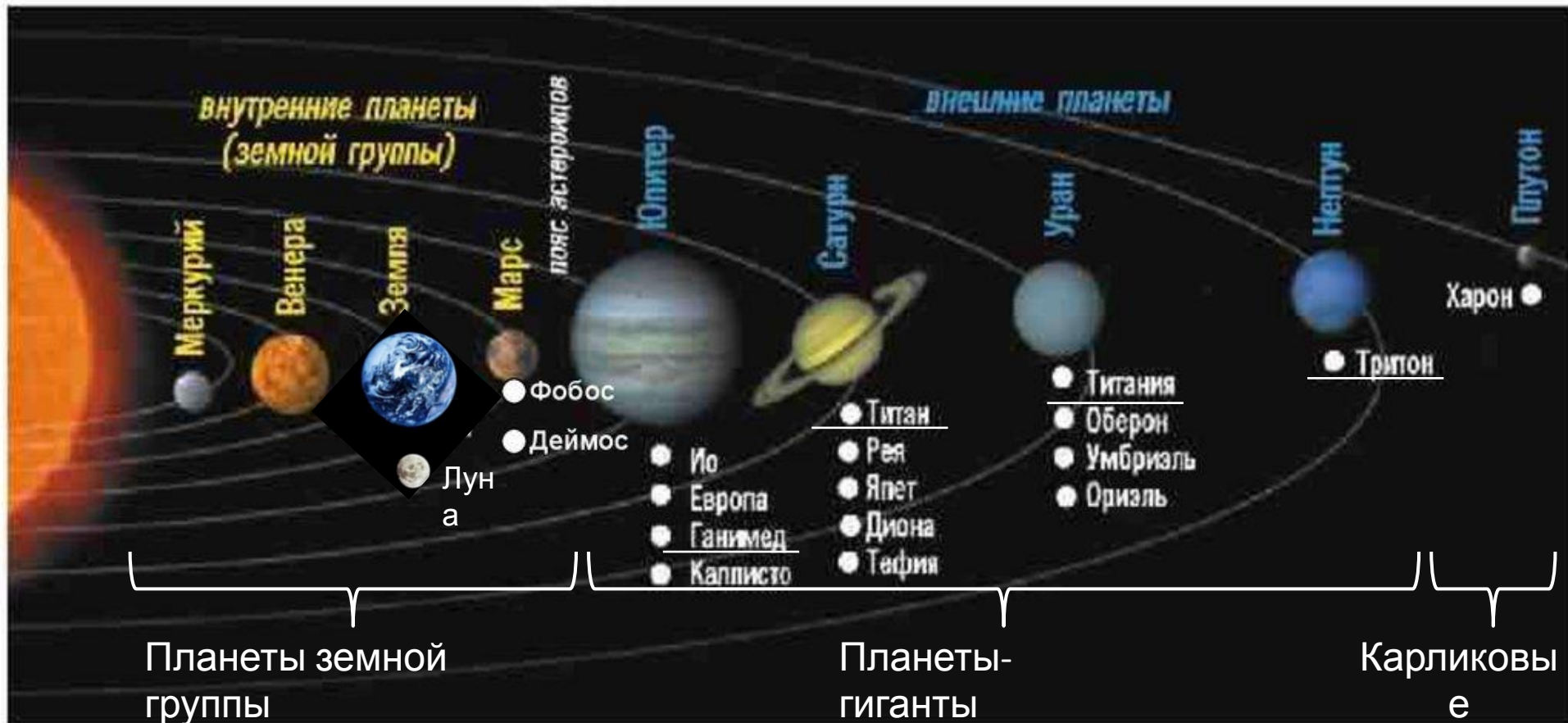


Солнце – 99,866% массы Солнечной системы

Планеты – 98% момента количества движения ( $mvr$ )

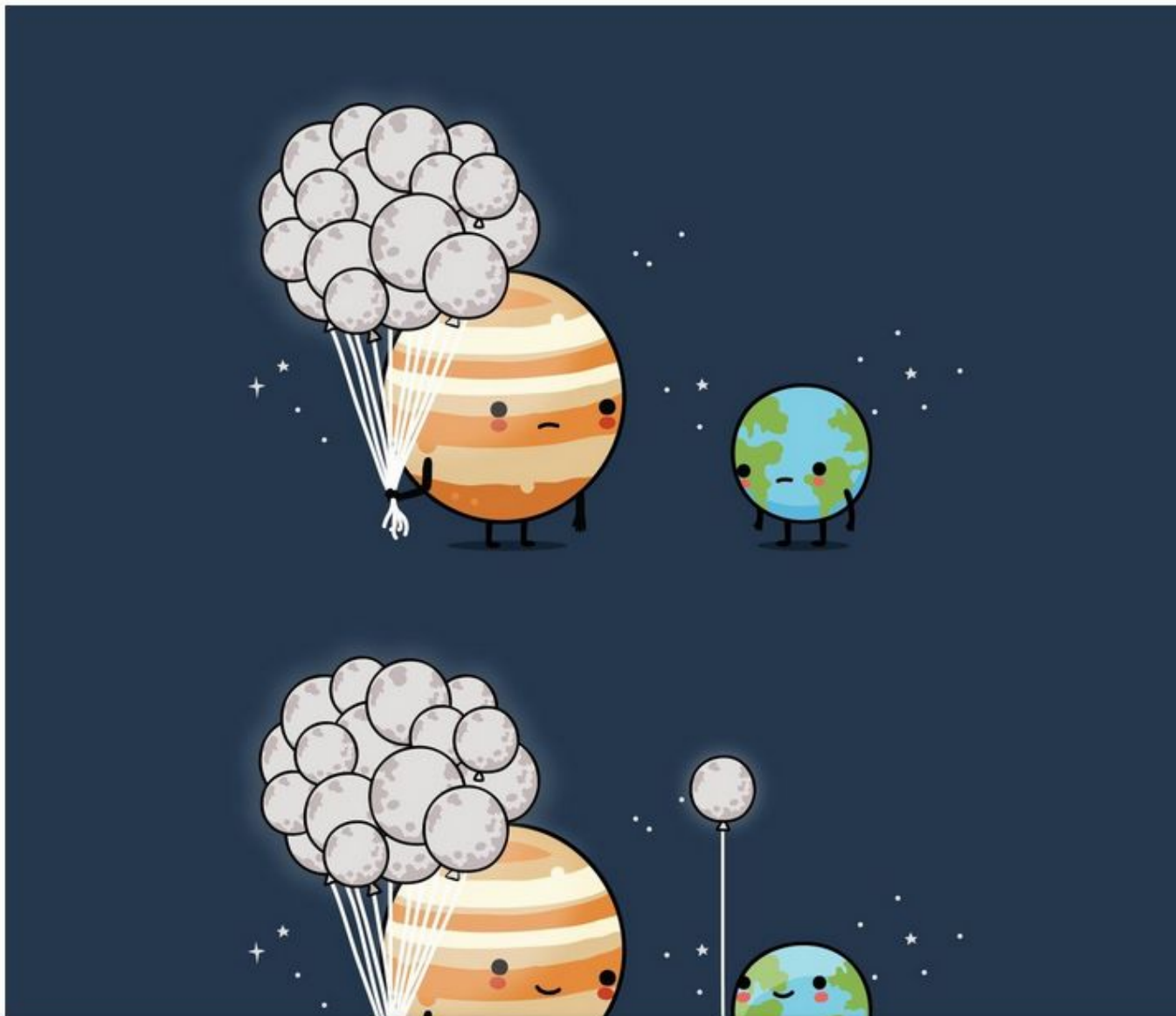
# Солнечная система после 2006

Г.



# Задача

1  
Сотнесите планеты с их спутниками.



Соедините варианты ответов из левого столбца с элементами из правого столбца.

Земля

Титан

Марс

Каллисто

Сатурн

Фобос

Меркурий

Тритон

Юпитер

Ио

Нептун

Луна

Венера

# Решение

Соедините варианты ответов из левого столбца с элементами из правого столбца.



## № 2

Какие из перечисленных спутников Юпитера относятся к галилеевым спутникам?



*Вы можете выбрать один или несколько вариантов ответа.*

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



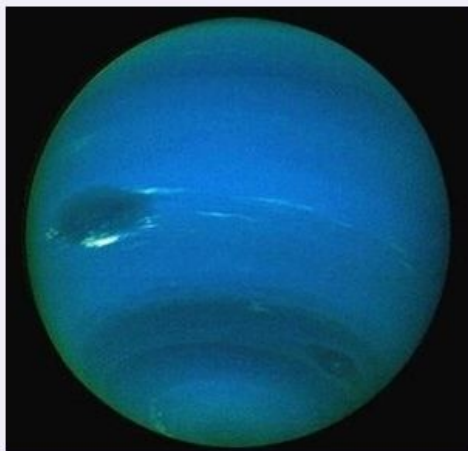
# Задача

3

Сравните по размеру представленные на фотографиях небесные тела.  
Выберите ровно две фотографии с телами равных размеров.

Выберите все верные варианты ответа.

1



2



4



5



6



3



Решени  
е



# Состав С.с.

- Солнце – звезда
- Планеты (большие) – 8
- Спутники планет: Земля (1), Марс (2), Юпитер (79), Сатурн (82), Уран (27), Нептун (14)
- Планеты-карлики (5)
- Пояс астероидов (между орбитами Марса и Юпитера)
- Пояс Койпера (за орбитой Нептуна)
- Облако Оорта (кометные ядра далеко на окраине С.с.)
- Межпланетная пыль и газ

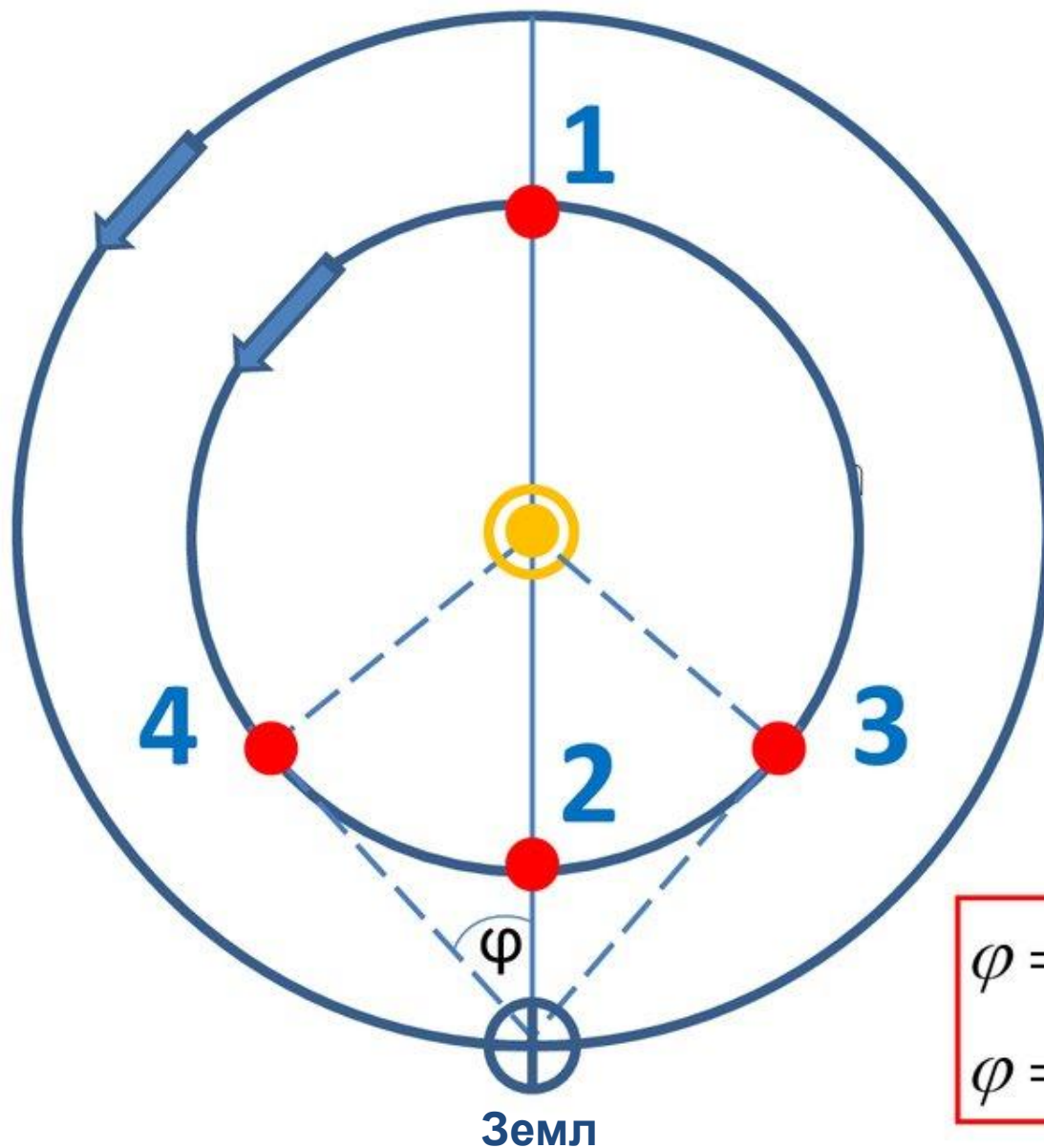
# Конфигурации планет

- это взаимное расположение Солнца и планет.

## Планеты:

- Внутренние или нижние (меркурий, Венера)
- Внешние или верхние (Марс, Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун)

# Видимость нижних планет

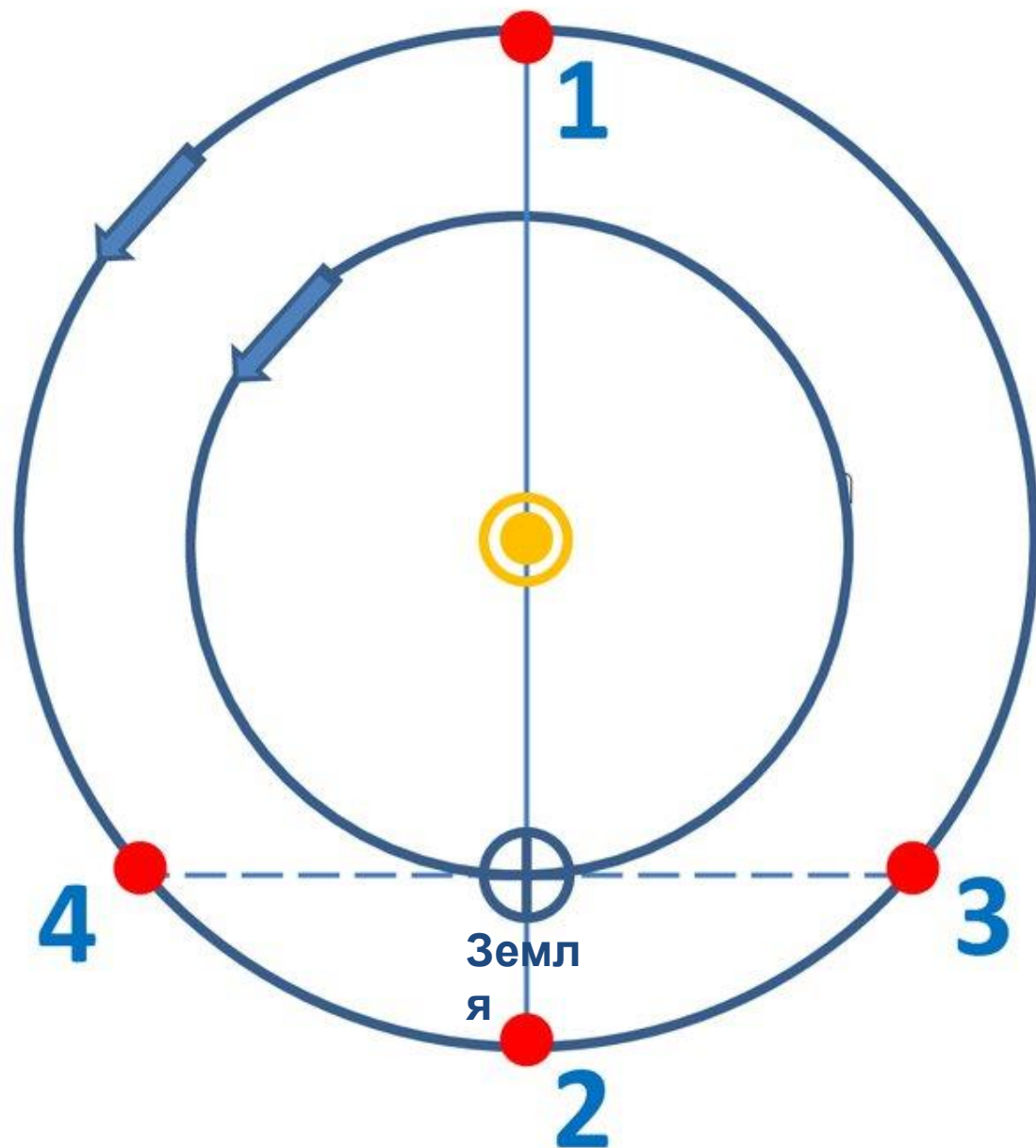


- 1** - верхнее соединение
- 2** - нижнее соединение
- 3** - западная элонгация
- 4** - восточная элонгация

$$\varphi = 28^{\circ} (\text{Меркурий})$$

$$\varphi = 48^{\circ} (\text{Венера})$$

# Видимость верхних планет



- 1** - соединение
- 2** - противостояние
- 3** - западная квадратура
- 4** - восточная квадратура

# Периоды обращения планет

$T$  – сидерический (звёздный)

$T_{\oplus}$  – 365,26 суток (Земля)

Время полного  
оборота планеты  
Вокруг Солнца

$S$  – синодический период

греч. "синодос" – соединение

Промежуток време  
между двумя  
последовательным  
одноименными  
конфигурациями  
планеты

$$\frac{1}{S} = \frac{1}{T} - \frac{1}{T_{\oplus}}$$

Нижние планеты

$$\frac{1}{S} = \frac{1}{T_{\oplus}} - \frac{1}{T}$$

Верхние планеты

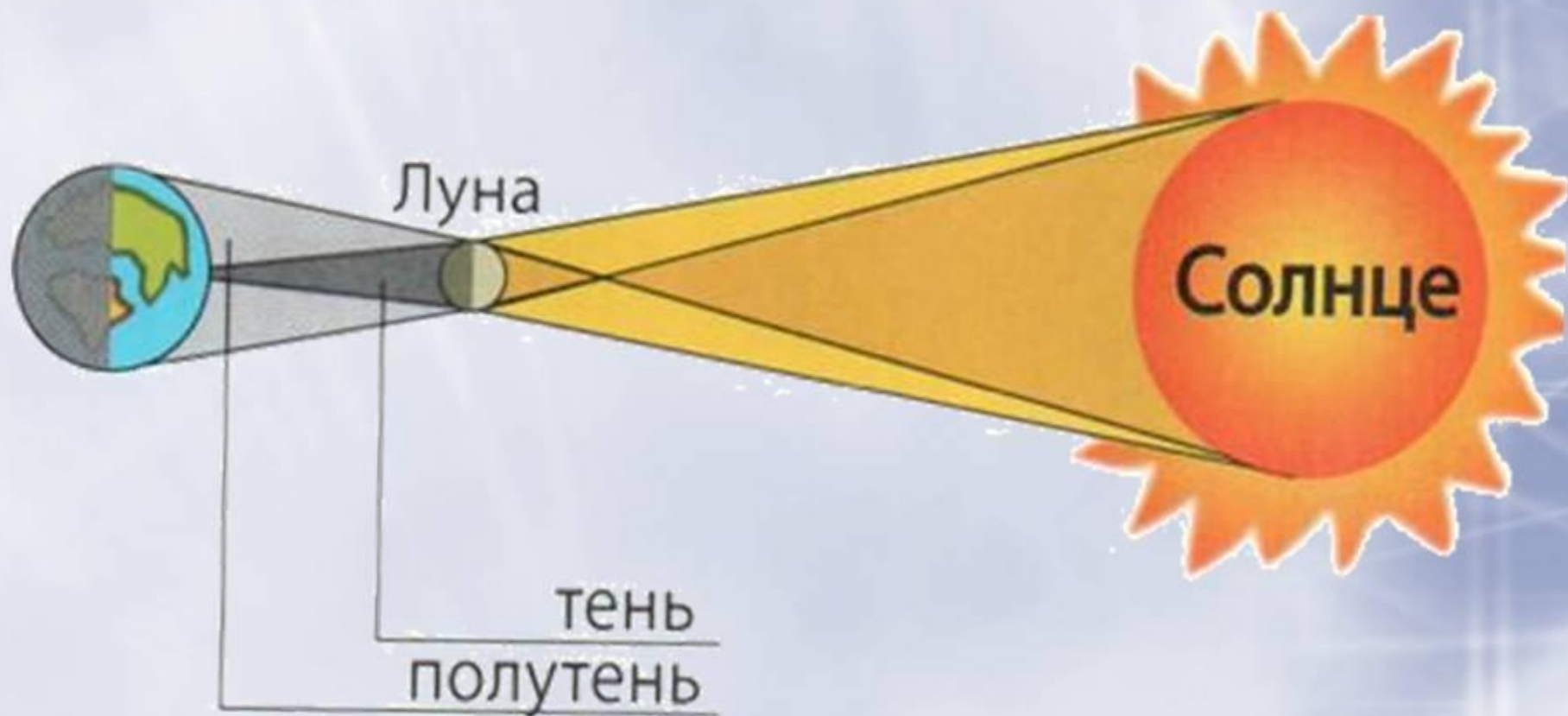


# Затмения

- Солнечные: полные, частные, кольцеобразные
- Лунные: полные, частные; полутеневые, теневые

Наблюдаются благодаря наличию Луны, которая примерно в 400 раз меньше Солнца по диаметру, но во столько же раз ближе к Земле, чем Солнце.

# Схема полного солнечного затмения



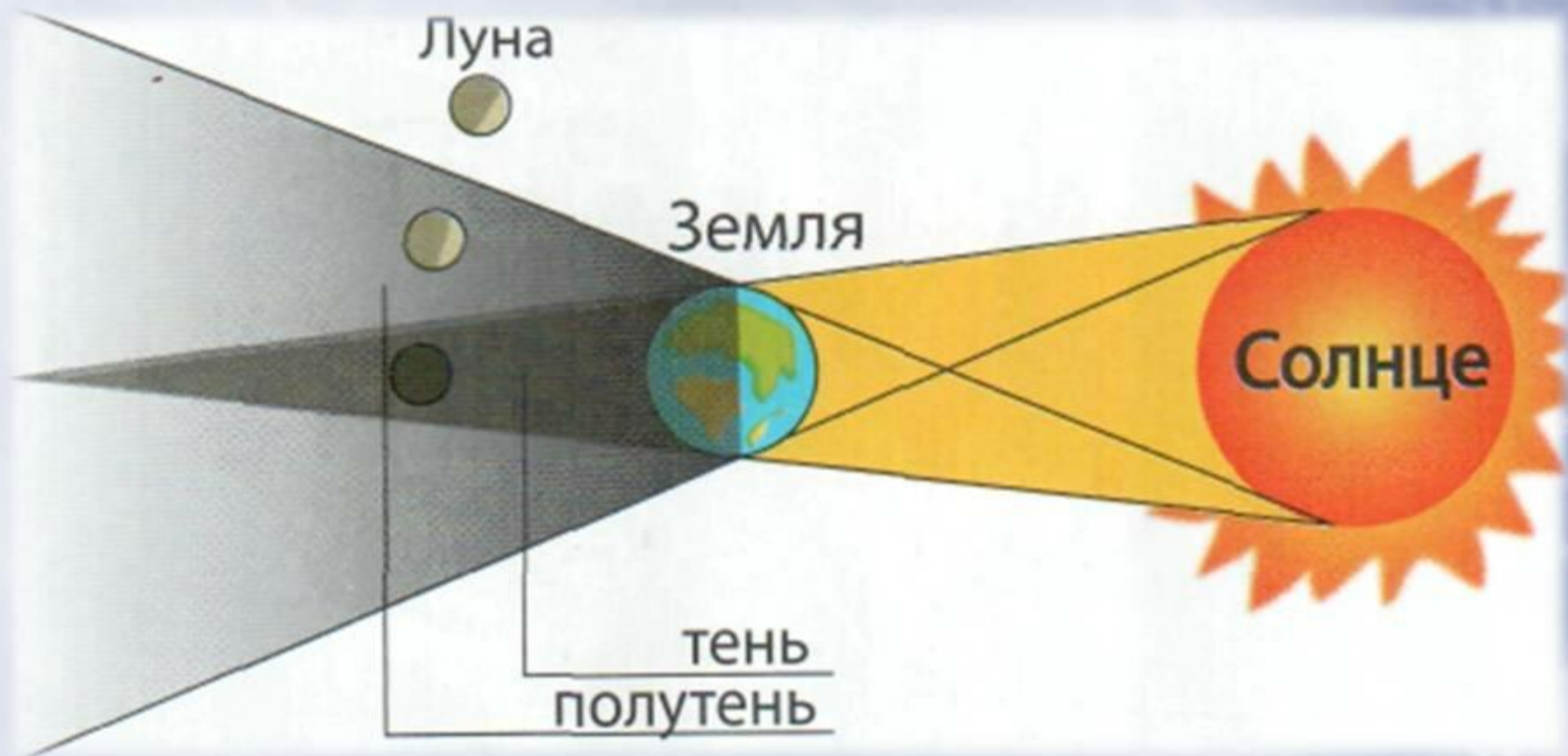
# Условия наступления солнечного затмения

- 1) Луна – в новолунии (на небе днем)
- 2) Тень от Луны попадает на Землю



**Синодический месяц («синодис» - повторение) – период полной смены лунных фаз, 29,5 сут**

# Схема полного лунного затмения



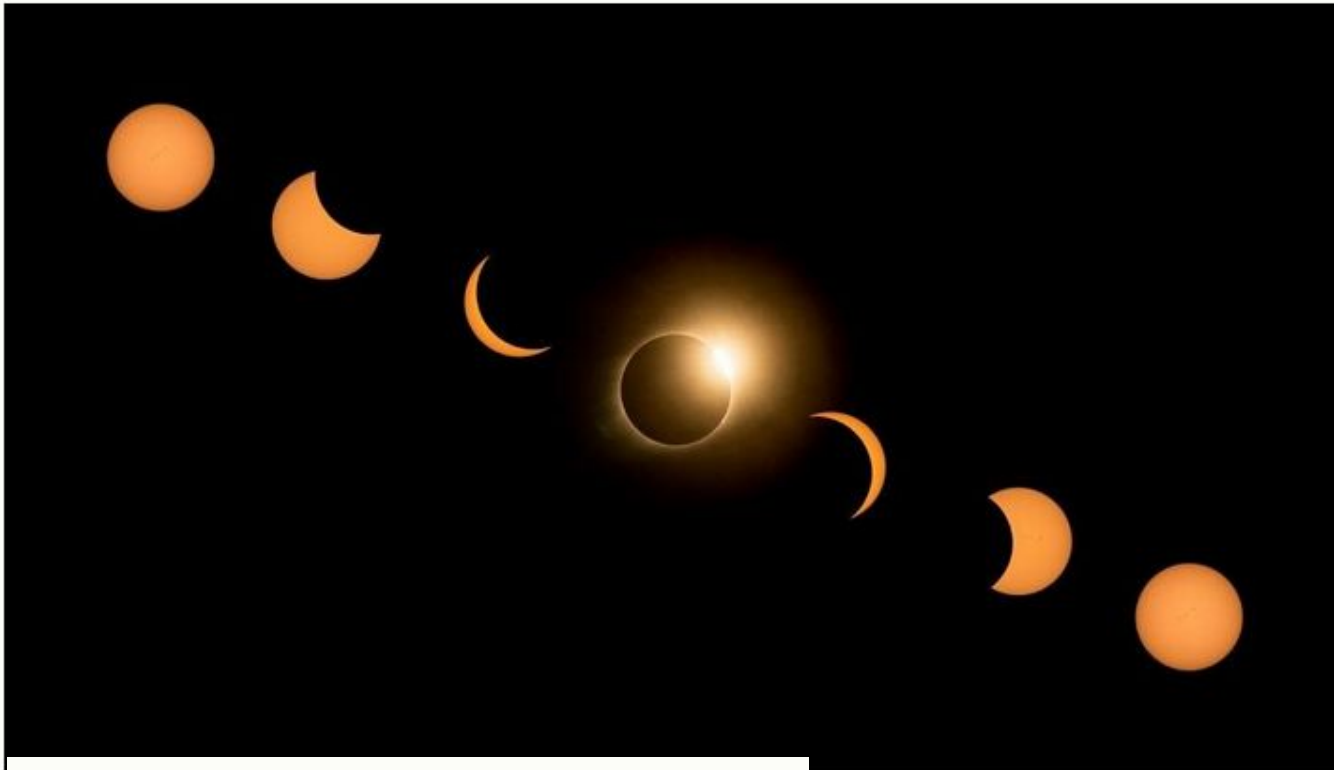
# Условия наступления лунного затмения

- 1) Луна – в полнолунии (на небе ночью)
- 2) Луна попадает в тень Земли

## Задача

4

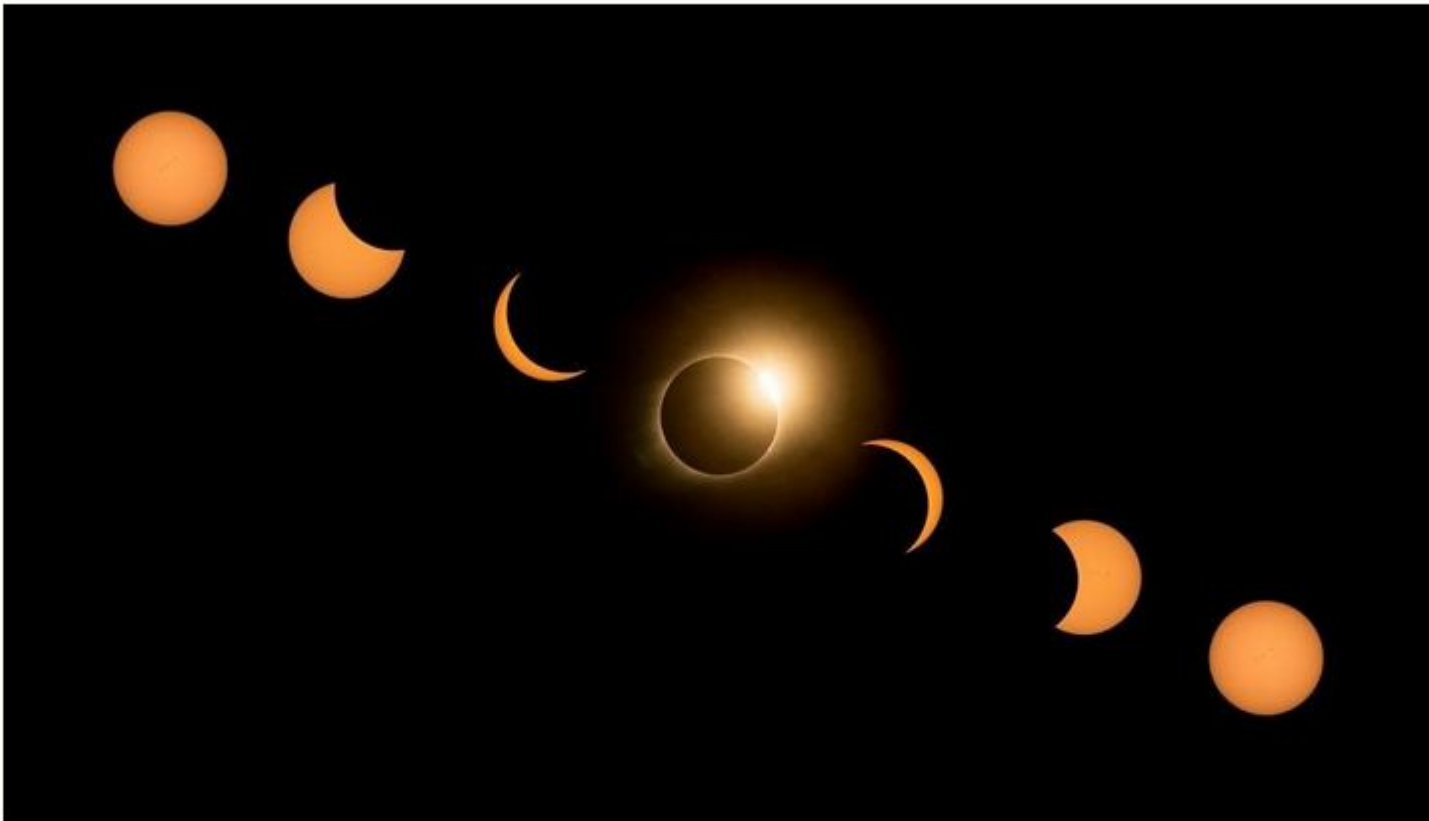
Сохранится ли возможность наблюдать на Земле полные солнечные затмения, если расстояние до Луны увеличится в 2 раза?



Выберите верный вариант ответа.

Да

Нет



*Выберите верный вариант ответа.*

Да

Нет



№ 5

Какое астрономическое явление представлено на снимке?



**Выберите верный вариант ответа.**

Первая четверть

Теневое лунное затмение

Частное солнечное затмение

Третья четверть

Полутеневое лунное затмение

Апекс

Лунное гало

Полнолуние

Решени  
е

Выберите верный вариант ответа.

- Теневое лунное затмение
- Первая четверть
- Третья четверть
- Частное солнечное затмение
- Полутеневое лунное затмение
- Апекс
- Лунное гало
- Полнолуние

## № 6

Прохождение планет по диску Солнца — редкое и зрелищное явление, богатое на астрономические данные при условии успешного наблюдения.



В какой конфигурации внутренней планеты возможно наблюдение её прохождения по диску Солнца?

В какой конфигурации внутренней планеты возможно наблюдение её прохождения по диску Солнца?

*Выберите верный вариант ответа.*

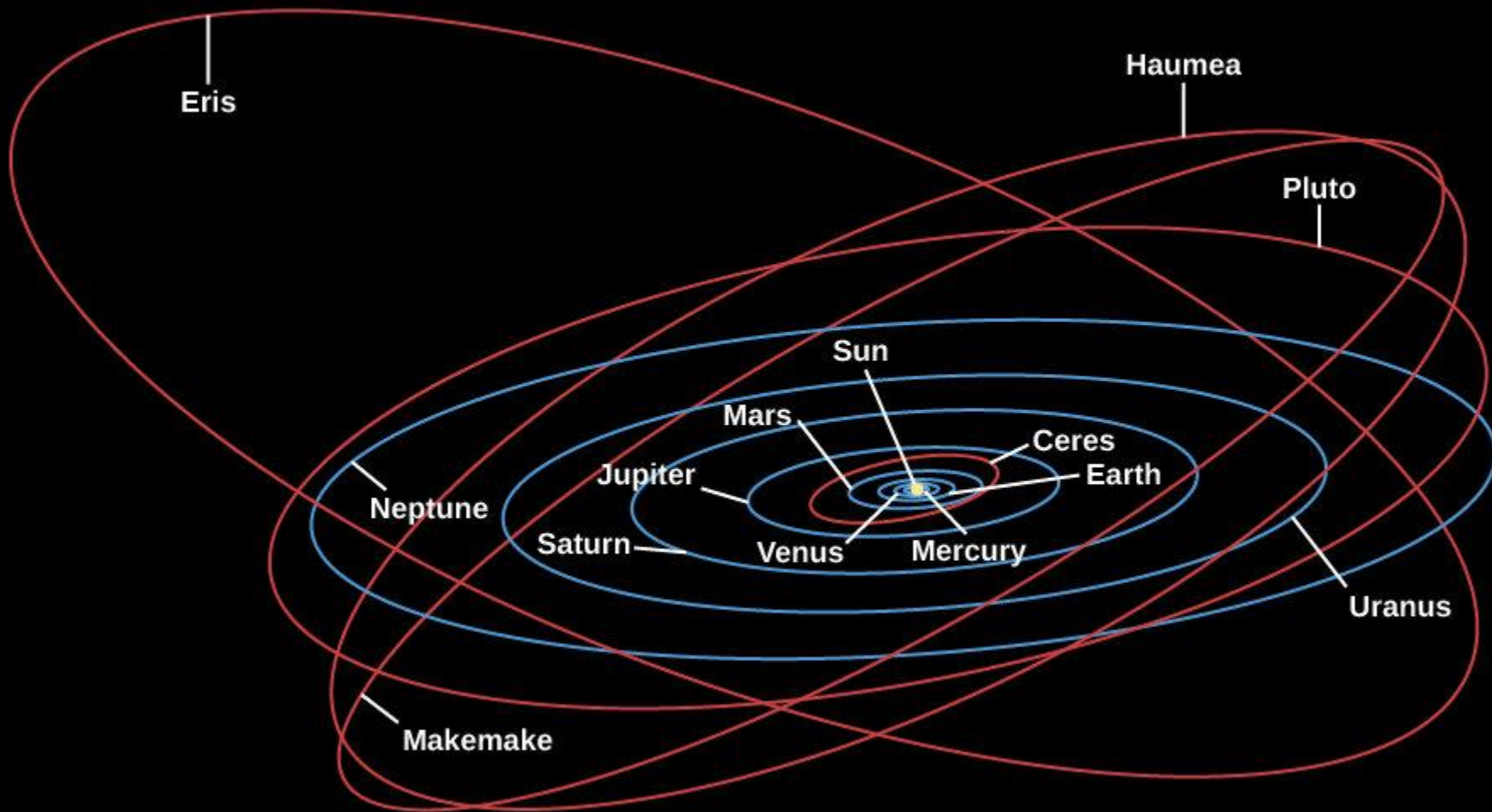
- Верхнее соединение
- Наибольшая западная элонгация
- Наибольшая восточная элонгация
- Нижнее соединение
- Квадратура

Почему невозможно наблюдать прохождение внутренней планеты по диску Солнца каждый синодический период (в соответствующей конфигурации)?

*Выберите верный вариант ответа.*

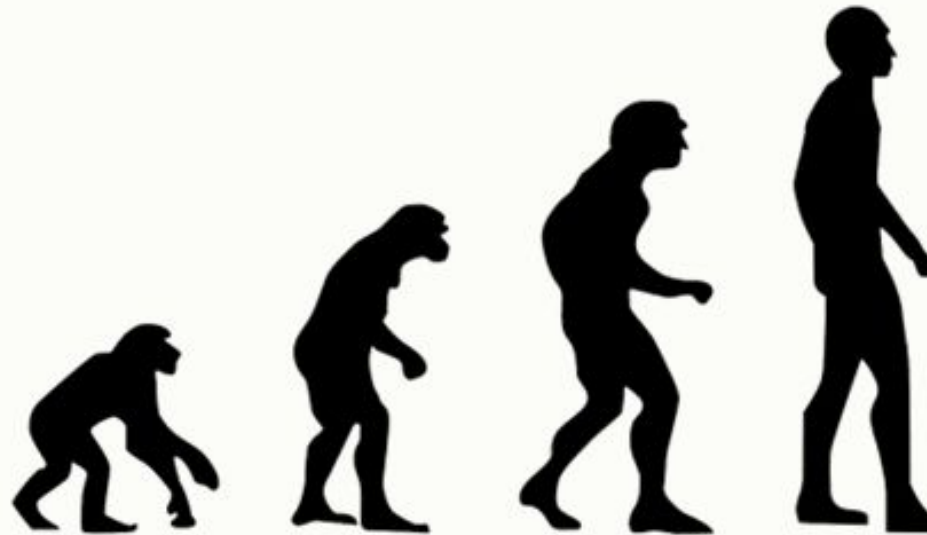
- Из-за взаимного наклона плоскостей орбит планет Солнечной системы
- Днём наблюдения планет невозможны
- Из-за малости видимого углового размера внутренних планет
- Из-за наклона земной оси к плоскости земной орбиты

# Solar System



## № 7

Подумаем о будущем нашего Солнца.



На заключительном этапе своей эволюции Солнце, вероятнее всего, станет...



**Выберите верный вариант ответа.**

белым карликом

чёрной дырой

красным карликом

нейтронной звездой

белой дырой

голубым гигантом

**Может ли Солнце вспыхнуть как сверхновая?**

Да

Нет

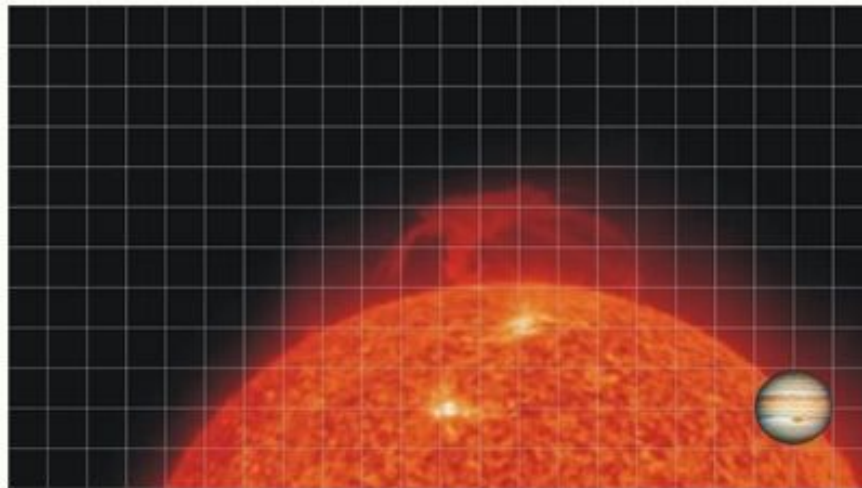
## № 8

Ниже приведены 3 фотографии Солнца, сделанные 31 марта 2021 года.  
Определите высоту протуберанца в тысячах километров на каждой из них.

Для масштаба на снимки добавлен диск Юпитера. Известно, что радиус Солнца равен 696 тыс. км, а размеры Юпитера в 10 раз меньше солнечных.

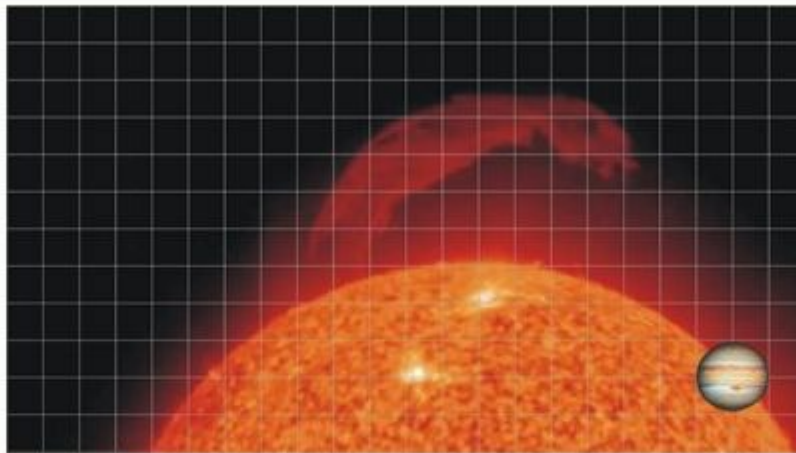
*В ответ запишите только число.*

1



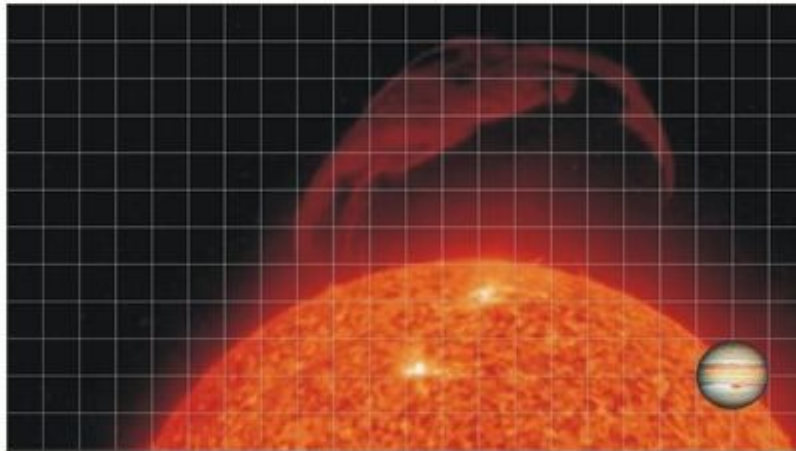
Число

2



Число

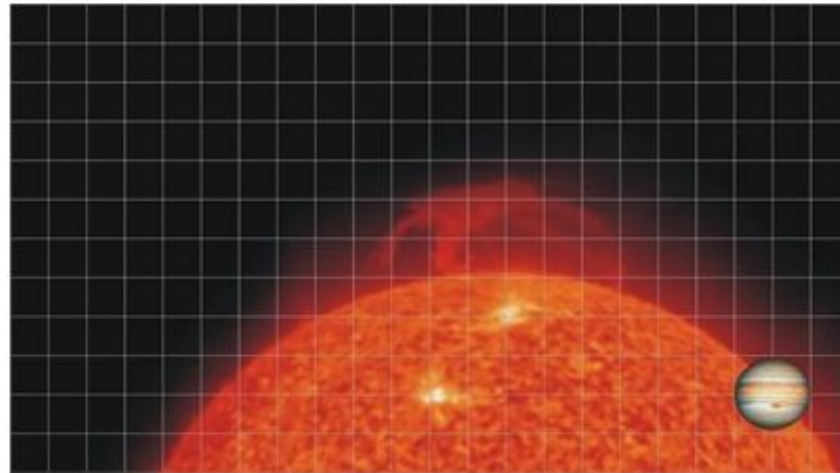
3

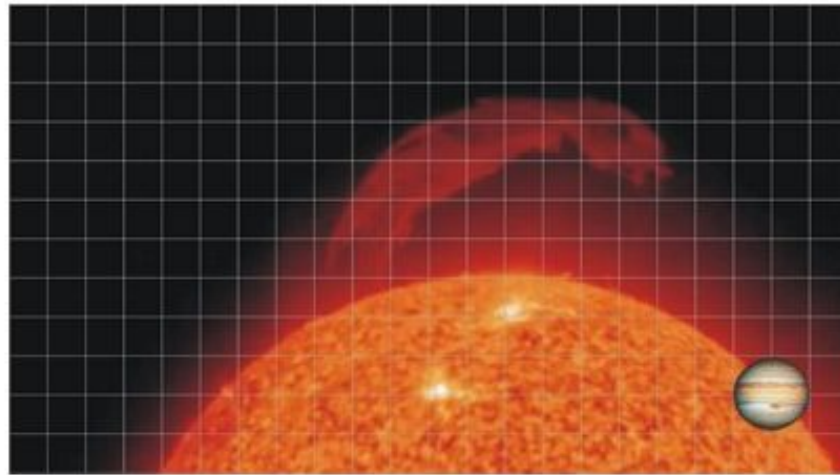


Число

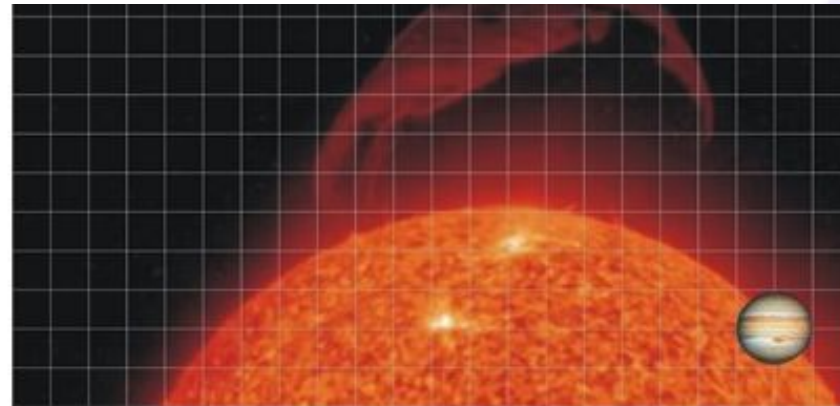
Ниже приведены 3 фотографии Солнца, сделанные 31 марта 2021 года.  
Определите высоту протуберанца в тысячах километров на каждой из них.

Для масштаба на снимки добавлен диск Юпитера. Известно, что радиус Солнца равен 696 тыс. км, а размеры Юпитера в 10 раз меньше солнечных.





320



422.5

№ 9

Поговорим о календаре.



Выберите из списка все високосные годы.

Выберите из списка все високосные годы.

*Вы можете выбрать один или несколько вариантов ответа.*

2000

2020

2021

2040

2068

2096

2100

Какова средняя продолжительность календарного года в григорианском календаре?

*Выберите верный вариант ответа.*

366 суток

365.2425 суток

365.2500 суток

365.2564 суток

365 суток



## Решени

е

*Вы можете выбрать один или несколько вариантов ответа.*

2000

2020

2021

2040

2068

2096

2100

## № 10

Облако Оорта — гипотетическая сферическая область Солнечной системы, в которой большую часть времени «обитают» долгопериодические кометы. Внешняя часть облака Оорта представляет собой сферический слой, центр внутренней и внешней границ которого совпадают с Солнцем, их радиусы равны 20 тыс. и 120 тыс. а. е. В этой области насчитывается около  $10^{13}$  кометных ядер, характерный поперечный размер которых составляет 1.3 км.



Вычислите характерный объём кометного ядра в км<sup>3</sup>.

*В ответ запишите только число с точностью до десятых.*

Число или дробь

Определите полную массу кометного вещества облака, если полагать, что средняя массовая плотность этих ядер равна 500 кг/м<sup>3</sup>. Ответ выразите в массах Земли ( $5.973 \cdot 10^{24}$  кг).

*В ответ запишите только число с точностью до десятых.*

Число или дробь

## Решение

Вычислите характерный объём кометного ядра в км<sup>3</sup>.

*В ответ запишите только число с точностью до десятых.*

1.15

Определите полную массу кометного вещества облака, если полагать, что средняя массовая плотность этих ядер равна 500 кг/м<sup>3</sup>. Ответ выразите в массах Земли ( $5.973 \cdot 10^{24}$  кг).

*В ответ запишите только число с точностью до десятых.*

1

## № 11

Космический аппарат запустили с поверхности Земли. Когда он удалился от неё на 1.5 млн км и выключил двигатели, то его скорость совпала по направлению со скоростью движения Земли по орбите. При этом аппарат имел скорость относительно Солнца, равную 35 км/с. Выберите верные утверждения в предположении, что аппарат не проходит близко к планетам и астероидам.



*Вы можете выбрать один или несколько вариантов ответа.*

Если аппарат не включит двигатели, то он через полгода окажется ближе к Солнцу, чем Венера

В ближайшие пять месяцев аппарат будет дальше 1 а. е. от Солнца

Даже при выключенных двигателях аппарат сможет долететь до Плутона

Если аппарат не включит двигатели, то он спустя год станет искусственным спутником Земли

*Вы можете выбрать один или несколько вариантов ответа.*

- Если аппарат не включит двигатели, то он через полгода окажется ближе к Солнцу, чем Венера
- В ближайшие пять месяцев аппарат будет дальше 1 а. е. от Солнца
- Даже при выключенных двигателях аппарат сможет долететь до Плутона
- Если аппарат не включит двигатели, то он спустя год станет искусственным спутником Земли