

## «Астрономия» №3 период 27.04-30.04

Тема: Система Земля-Луна

Количество часов на выполнение задания: 3 часа.

(2 учебных аудиторных часа +1 час самостоятельной работы)

E-mail: [collage2020@mail.ru](mailto:collage2020@mail.ru)

Окончание приёма работ: 30.04.2019

### Солнечная системы

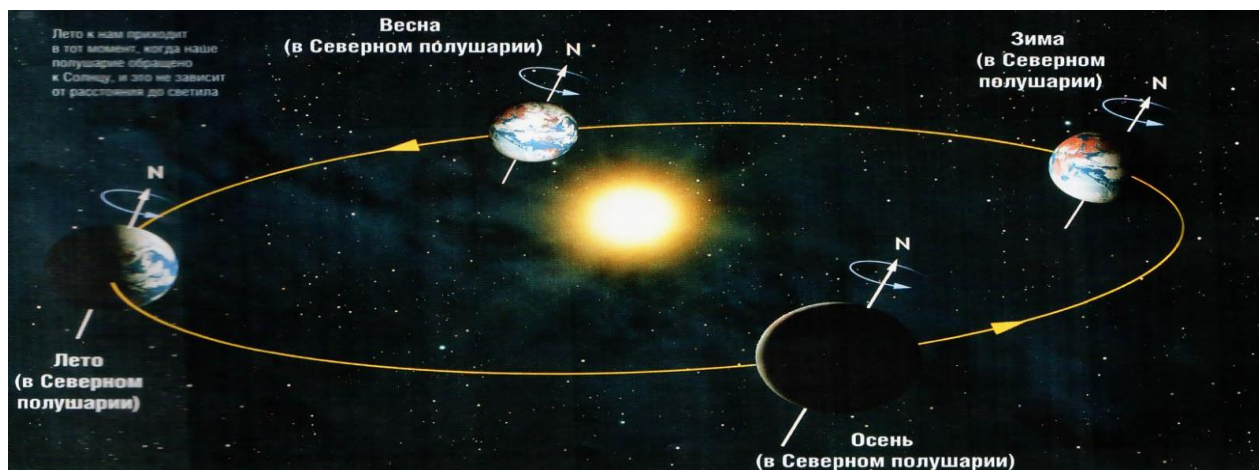
#### Система Земля-Луна

Землю с её спутником Луной нередко называют двойной планетой. Этим подчёркивается редкостное для планет соотношение масс центрального тела и его спутника. Масса Луны составляет  $1/81$  массы Земли. Масса спутников других планет является ничтожно малой по сравнению с массой других планет. И по размерам Луна лишь немного уступает планете Меркурий. Луна образовалась примерно в то же время, что и Земля. Вероятно, расстояние между ними было в несколько раз меньше, чем теперь. С той поры Луна постепенно удаляется от нашей планеты с очень малой скоростью (в настоящее время-4 см. в год).

#### 1. Земля.

##### Место Земли в Солнечной системе.

Земля- третья планета от Солнца, совершает движение по орбите со скоростью приблизительно 30 км/с и находится на расстоянии приблизительно 150 млн. км (1 а. е.) Период обращения по орбите равен 365,26 солнечных суток. Ось вращения Земли наклонена к плоскости орбиты под углом приблизительно  $66^\circ$ . При движении планеты по орбите ось вращения остаётся параллельной сама себе



Благодаря трём этим факторам-движению Земли вокруг Солнца, наклону земной оси к плоскости орбиты и сохранению направления оси вращения в пространстве -на Земле существует смена времён года

### **Физические характеристики Земли.**

Форма Земли (геоид) близка к эллипсоиду (сплюснутому шару). Полярный радиус (6278 км.) меньше экваториального радиуса на 21 км. Средняя плотность Земли-5,5 г/куб. см. Температура на поверхности в средних широтах изменяется в пределах от +40\*С до -30\*С, средняя годовая 16\*. Основные составляющие атмосферы: азот-78%, кислород-21%, углекислый газ-0.003%. Давление у поверхности Земли-1 бар.

### **Поверхность.**

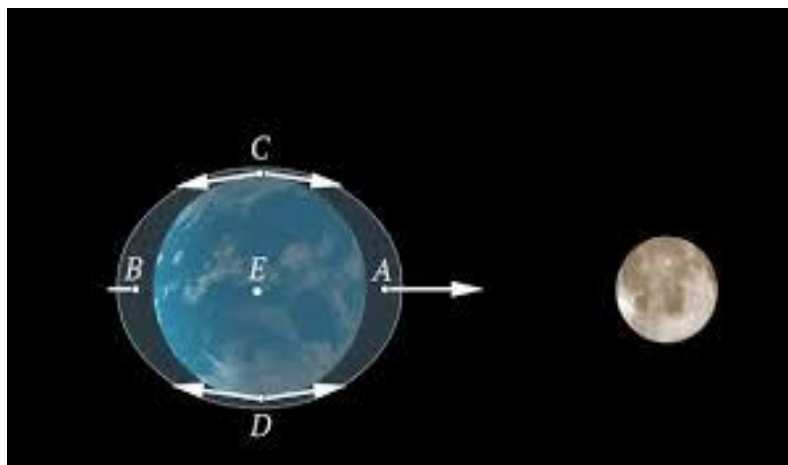
Земля-единственная известная планета с активной тектоникой плит, морями и океанами. Приблизительно 70% поверхности планеты занимает Мировой океан. *Гидросфера поверхности Земли-особое явление в Солнечной системе.* Вода в жидком виде может существовать лишь при определённых значениях температуры и давлении газовой среды. Будучи весьма распространённым во Вселенной химическим соединением, вода на других телах Солнечной системы встречается в основном. в виде льда, хотя океаны из жидкой воды могут присутствовать на некоторых спутниках Юпитера.

### **Явление приливы.**

*Приливы и отливы – периодические вертикальные колебания уровня океана или моря.*

Давно наблюдаемое на Земле явление приливы получило объяснение только на основе закона всемирного тяготения Первую количественную теорию приливов создал Ньютон.

Для объяснения явления приливы используем идеальную модель планеты Земля: абсолютно твёрдое тело сферической формы со всех сторон равномерно покрытое океаном.

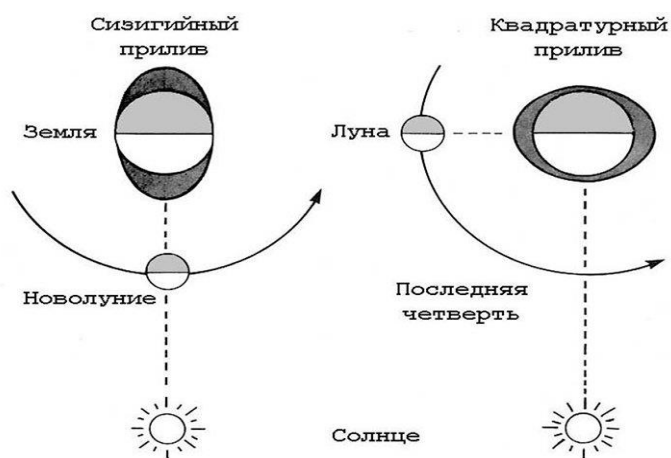


Рассмотрим ускорение, создаваемое притяжением Луны в различных точках океана на капли воды. (см. рис.) Поскольку точки А, В, С находятся на различных расстояниях от Луны, ускорения, создаваемые её притяжением будут различны.

**Разность ускорений, вызываемых притяжением другого тела в данной точке и в центре планеты, называется приливным ускорением.**

Приливные ускорения в точках А и Б направлены от центра Земли. В результате Земля, и в первую очередь её водная оболочка, вытягиваются в обе стороны по линии, соединяющей центры Луны и Земли. В точках А, В наблюдается прилив, а вдоль круга, плоскость которого перпендикулярна этой линии (точки С и Д), на Земле происходит отлив. В следствии суточного вращения Земля стремится увлечь за собой приливные горбы и область прилива перемещается по поверхности Земли.

Луна и, в меньшей степени Солнце, притягивая подвижную водную оболочку Земли образуют на ней как бы по два противоположно расположенных горба. Которые перемещаясь по поверхности Земли вследствие, её вращения, вызывают по 2 прилива и 2 отлива за 24 часа 52 мин. Наибольшие (сизигийные) приливы наблюдаются в новолуние, полнолуние, а наименьшие (квадратурные) приливы – во 2-ю и 3-ю четверти Луны.



Первые приливы в три раза больше вторых, так как Луна действует сильнее в 2 раза, чем Солнце. Подробно разработана теория морских приливов, которая позволяет вычислить заранее календарь приливов и отливов и их высоту для любого места на Земле. При этом учитывается не только видимое положение Солнца и Луны, но и особенности рельефа морского дна и берега. Наибольшая высота приливов в океане не превосходит 2 м., но в некоторых проливах и узких заливах доходит до 15 м. (в заливе Фанди на атлантическом побережье Канады-18, 6 м.) На фото ниже показано вертикальное изменение уровня воды в заливе Фанди на 9 м.



Близ берегов местные условия рельефа вызывают запаздывание прилива. Промежуток времени между моментом кульминации Луны до максимального прилива называется прикладным часом. Его величина вычисляется для каждого морского порта и включается в лоции.

Между огромными массами воды, участвующей в приливных явлениях, и дном океана возникает приливное трение. Оно тормозит вращение Земли и вызывает увеличение продолжительности суток. Подтверждение этого замедления найдено в изменении количества тончайших суточных микрослоёв в годовых кольцах кораллов: приблизительно 370 млн. лет назад их было 400, а теперь 365.

Приливы наблюдаются не только в гидросфере, но и в атмосфере, и в литосфере Земли и других планет. Первое исследование лунных приливов в земной коре принадлежит русскому астроному А. Я. Орлову (1908 г) Приливы в земной коре на экваторе имеют максимальную амплитуду 43 см., а приливы в атмосфере создают колебания атмосферного давления в несколько мм. ртутного столба.

## 2. Луна

### **Орбитальные характеристики**

Луна--естественный спутник Земли, совершает орбитальное движение со скоростью приблизительно 1 км/с на расстоянии приблизительно 388400 км. от Земли. Наклонение плоскости орбиты Луны к плоскости эклиптики составляет 5\* Период обращения по орбите вокруг Земли – 27,3 земных суток.

### **Физические характеристики Луны.**

Форма Луны близка к сферической. Радиус в 3,6 раза меньше радиуса Земли (1727 км.). а плотность в 1,6 меньше земной (3,3 г/куб. см). Период обращения вокруг собственной оси и продолжительность солнечных суток на Луне составляет 29,5 земных суток. Средняя температура лунной поверхности 107\*С днём и -153\*С ночью. На экваторе днём поверхность раскаляется до 120\*С и остывает ночью до -170\*С. В полярных же областях всегда очень холодно.

Несмотря на общность происхождения, природа Луны отличается от земной. Из-за слабой лунной гравитации (сила тяжести на поверхности Луны в 6 раз меньше, чем на поверхности Земли) молекулам газа гораздо легче покинуть Луну. Поэтому на нашем спутнике нет и не было ни гидросферы, ни атмосферы. Однако, вокруг Луны была обнаружена пылевая оболочка, образованная, как считается, в результате бомбардировки поверхности нашего спутника метеоритами. Пылевая оболочка затрудняет наблюдение светил с поверхности Луны. Впервые наличие пылевой оболочки было обнаружено оптическими приборами, установленными на «Луноходе-2»

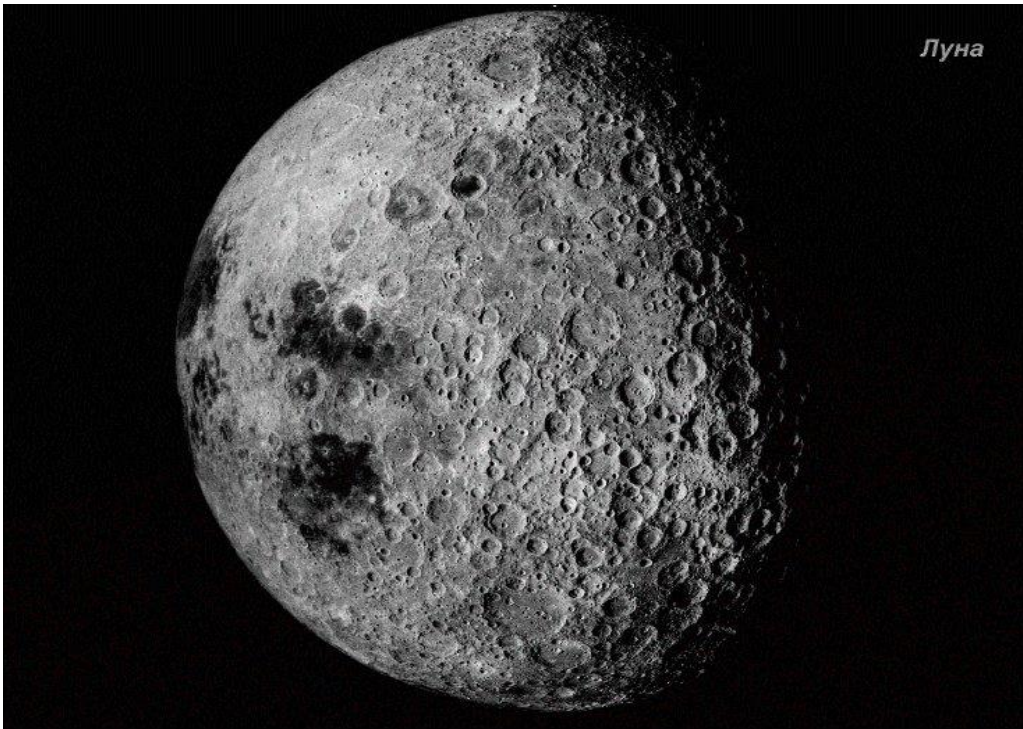
### **Поверхность. Луны**

Луна обращена к Земле всегда одной стороной., которую называют **видимой**. Обратная сторона никогда не видна с Земли., её удалось увидеть только с помощью космических зондов. («Луна-3», 1959 г, СССР). Оказалось, что два полушария Луны сильно различаются.



На видимой стороне (фото выше) расположены обширные тёмные моря-глубокие долины, заполненные излившейся из недр лавой, а поверхность обратной стороны (фото ниже) почти вся «материковая», там таких морей почти нет. На видимой стороне Луны моря занимают почти 40 % поверхности. Самая крупная равнина получила название Океан Бурь. Следом идут Море Дождей, Море Спокойствия, Море Холода Так их называли ещё в начале 17 века. Материки пересечены горными хребтами. Максимальный перепад высот в пределах материковой области достигает 17 км. Горные хребты на Луне получили названия горных земных массивов-Кавказ, Альпы, Аппенины.

Самыми заметными деталями на поверхности Луны являются кольцевые образования- **кратеры**. Некоторые из них можно видеть в телескоп или даже в бинокль. Кратеры обычно представляют собой углубление, окружённое кольцевым валом, в центре обычно находится одна или несколько гор.



Крупнейшие кратеры превышают в диаметре 100 км., но в основном они очень мелкие. На Луне насчитывается около 300 тысяч кратеров диаметром не меньше 1 км. Большинство кратеров возникли в результате сопровождавшихся взрывами падений космических камней-**метеоритов** на твёрдую поверхность Луны, но есть и вулканические образования. Вся Луна покрыта слоем мелкораздробленного вещества-**реголита**, толщина которого колеблется от 1-2 см. до 11-12 м.

Детальные данные о лунном грунте были получены после доставки образцов на Землю. Эта доставка (почти 400 кг.) была осуществлена экипажами американских космических кораблей «Аполлон» и советскими автоматическими станциями «Луна-16», «Луна-20», «Луна-24».

Исследованные образцы лунного грунта похожи по составу на земные породы. Моря сложены из базальтов, континенты из анортозитов (силикатная порода, обогащённая окислами алюминия) Встречается особый тип пород, обогащённых калием и редкоземельными элементами. Возраст лунных изверженных пород очень велик. Их кристаллизация происходила 4 млрд. лет назад. Наиболее древние образцы имеют возраст **4, 5 млрд. лет.**

*Покрытая кратерами поверхность Луны типична для безатмосферных планет и их спутников. Большинство крупных кратеров на таких телах – древние, им миллиарды лет. Они сохранились лишь потому, что отсутствует атмосферная эрозия, то есть нет ни ветра, ни дождей. В этом смысле поверхность Луны -это музей истории Солнечной системы. Наша Земля обстреливалась не меньше, чем Луна, но на Земле даже крупные кратеры сохраняются не более 200 млн. лет.*



Метеоритный кратер Barringer (Аризона, США) диаметром около 1 км и возрастом около 50 тыс. лет

## Спутники планет-гигантов.

У всех планет –гигантов есть спутники и кольца. На сегодня общее число открытых спутников составляет 172, из них 69 у Юпитера, 62 у Сатурна, 27 у Урана, 14 у Нептуна. Размер большинства не превышает десятков и сотен километров., но некоторые из них сопоставимы с Луной. Это 4 галилеевых спутника Юпитера- **Ио, Европа, Ганимед и Каллисто**, спутник Сатурна **Титан** и спутник Нептуна **Тритон**. Однако для каждой из планет-гигантов отношение суммарной массы её спутников к массе планеты составляет не более 0,01%, в то время как масса нашей Луны превышает 1%. Подобно Луне, все крупные спутники гигантов из-за **приливных взаимодействий** вращаются синхронно с планетой и, следовательно, всегда повернуты к ней одной стороной.

**Ио**-самый экзотический спутник Юпитера. На его поверхности одновременно наблюдается несколько действующих вулканов. По склонам этих вулканов на сотни километров разливаются лавовые потоки, которые заметно меняют внешний вид поверхности Ио за считанные месяцы. Области обширных долин на поверхности Ио, покрытые отложениями серы и её модификаций, придают поверхности желто-оранжевый цвет и лишены следов ударных кратеров. Тонкая атмосфера Ио состоит в основном из двуокиси серы. Плотность спутника 2,99 г/куб. см. Ио полностью состоит из горных пород.

Вулканическая деятельность на Ио объясняется мощным гравитационным влиянием Юпитера. В результате приливного эффекта Юпитер придаёт Ио дынеобразную форму. Спутник вытянут в направлении Юпитера примерно на 7 км. Массивные, соседи-спутники гравитационным притяжением сбивают Ио с круговой орбиты, то приближая, то удаляя от Юпитера. От этого приливные силы становятся то сильнее, то слабее, вызывая трение между соседними слоями пород. В результате недра Ио разогреваются точно также, как кусочек пластилина, когда его разминают в руках.

## Самостоятельная работа №3

### *Изучение вулканической деятельности на спутнике Юпитера Ио.*

Описание, ход выполнения работы приведён ниже, на следующей странице

#### **Методические указания:**

Измерения с линейкой выполнять не нужно. Для вычислений использовать следующие данные:

1. Высота выброса вулкана на фото составляет 5 мм.,
2. Диаметр спутника Ио на фото составляет 15 см.
3. Радиус Ио составляет 1820 км.

Остальные данные - массу Ио ищем в работе и сами вычисляем **ускорение свободного падения и скорость выброса вещества из жерла у поверхности спутника**

Работа считается выполненной, если найдены ответы на вопросы:

1. Масштаб снимка
2. Высота выброс вещества из жерла вулкана на Ио в метрах
3. Ускорение свободного падения на поверхности Ио (м/кв. с)
4. Скорость выброса вещества из жерла вулкана на Ио (м/с)
5. ответы на 2 вопроса, указанные в конце работы

Первые 4 ответа должны представлять собой число из 3 значащих цифр, умноженное на степень с основанием 10.

**Форма контроля:** проверка выполнения самостоятельной работы №3 (фото или скан или файл)

Ответ направлять на электронную почту E-mail: [collage2020@mail.ru](mailto:collage2020@mail.ru) с названием: Фамилия имя группа\_№ задания (в теме письма информацию продублировать.)



## 5

## ИЗУЧЕНИЕ ВУЛКАНИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ НА СПУТНИКЕ ЮПИТЕРА ИО

### ЦЕЛЬ:

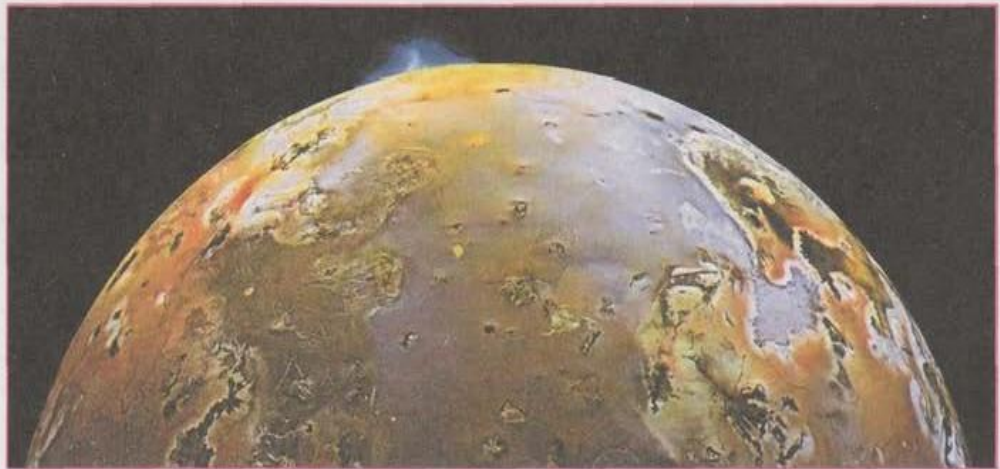
Определить высоту и скорость выброса вещества из жерла вулкана на спутнике Юпитера Ио.

### ПРИБОРЫ И МАТЕРИАЛЫ:

Фотография Ио с извергающимся вулканом, линейка.

### ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ СВЕДЕНИЯ:

Ближайший к Юпитеру крупный спутник Ио имеет радиус  $R = 1820$  м и массу  $M = 7,3 \cdot 10^{22}$  кг. Космические станции (Вояджер 1 и Вояджер 2) неоднократно фотографировали Ио и обнаружили на нём несколько извергающихся вулканов, что указывает на высокие температуры в недрах спутников. Основным механизмом разогрева вещества внутри Ио является приливное воздействие со стороны Юпитера, которое периодически деформирует его внешние слои, разогревая их. На фотографии показан действующий вулкан, который извергает вещество на большую высоту.



### ХОД РАБОТЫ:

- Определите масштаб снимка, учитывая, что радиус Ио равен 1820 км.

---

- Измерьте высоту выброса в миллиметрах и с помощью масштаба рассчитайте реальную высоту выброса в километрах.

---

По массе и радиусу определите ускорение свободного падения на поверхности спутника.

Используя закон сохранения энергии, определите скорость выброса вещества из жерла вулкана.

Используя дополнительные источники информации, в том числе ресурсы Интернета, сравните полученную скорость со скоростью извержения вещества в земных вулканах. Результаты сравнения оформите в виде таблицы.

Скорость извержения вещества в земных вулканах	Скорость выброса вещества из жерла вулкана на Ио

## ВОПРОСЫ ДЛЯ ЗАКРЕПЛЕНИЯ МАТЕРИАЛА

■ Как связана вулканическая активность Ио с почти полным отсутствием ударных кратеров на его поверхности, столь характерных для Луны и спутников других планет?

---



---

■ На Земле вулканическая активность связана с выделением тепла при распаде радиоактивных элементов внутри неё, а какой процесс, по современным представлениям, плавит недра Ио?

---



---

## КОММЕНТАРИИ УЧИТЕЛЯ:

