

Урок 13

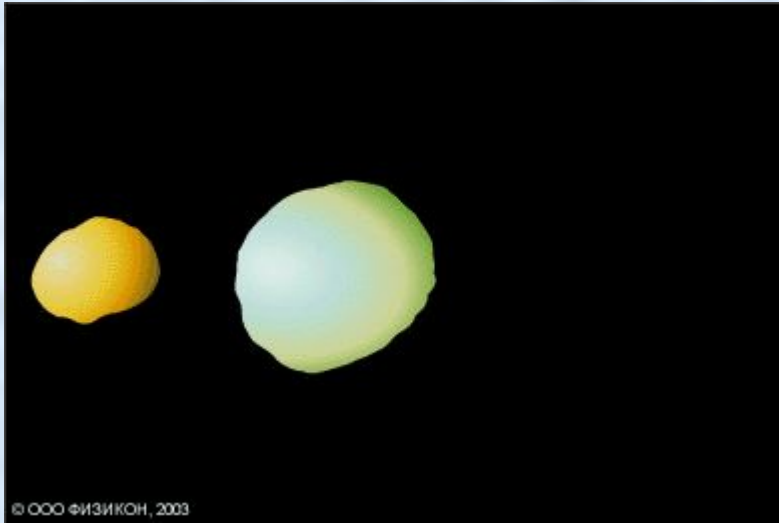
Тема: Природа Луны



Базз Олдрин (Аполлон 11) возле сейсмографа, смотрит на посадочный модуль, 21.07.1969г

900igr.net

Образование Луны



В 2002г возникла теория, выдвинутая американским астрофизиком **Робином Кэнап**. При формировании планет Солнечной системы некое небесное тело величиной с Марс с силой врезалось в молодую, почти сформировавшуюся, Землю под скользящим углом. Из выбитого вещества и образовалась Луна.

Идею, что Луна и Земля первоначально составляли одну общую расплавленную массу, высказал в 1879г английский астроном и математик Джордж Дарвин.

Эдуард Альберт РОШ (1820-1883, Франция) математик, рассчитал, что всякому спутнику, оказавшемуся ближе некоторого расстояния к своему центральному телу, чем совершенно определенное расстояние (**зона Роша**), грозит неизбежная опасность развалиться на составные части под действием тяготения планеты. Это расстояние примерно равно 2,446 радиуса планеты, точнее

$$A=2.446 R_{пл} (\rho_{пл}/\rho)^{1/3}$$

Луна находится значительно дальше (в ≈ 59 раз) и развал ей не грозит.

Луна – крупнейший спутник Солнечной системы



На изображении 14 мая 2002г, полученной в Дюнkerке, Мэриленд, США виден пепельный свет освещающий темную поверхность молодой Луны. Рядом наблюдается Венера.



Такой увидели Землю высадившиеся на лунной поверхности астронавты Аполлон-11.

Диаметр = 3476 км, Масса = 0,012 М_з, Плотность = 3,3 г/см³

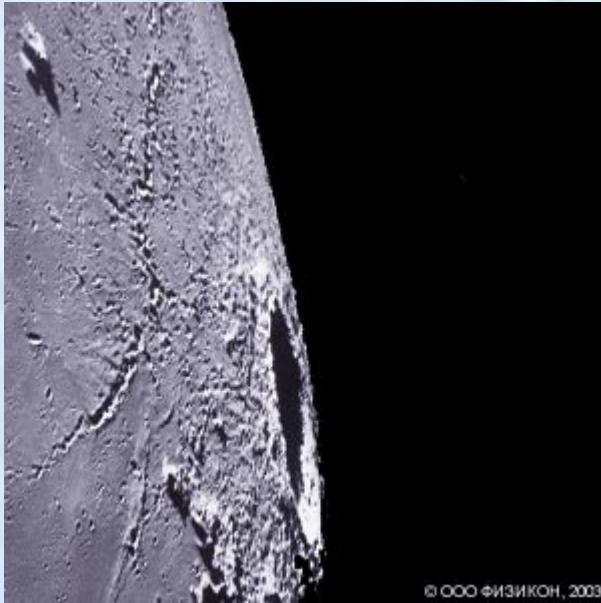
Физические условия на Луне



1. Нет атмосферы, так как мала масса = $1/81,3 M_3$.
2. Небо черное, видны хорошо звезды, планеты. Нет магнитного поля - ориентация по звездам.
3. Продолжительность суток около месяца (29,5 дня) – две недели день, две недели ночь.
4. Резкий перепад температур от 400К (+130°C днем) до 100К (-170°C ночью) из за отсутствия атмосферы.
5. На глубине десятков см $T = \text{const.}$, грунт (*реголит*, достигающий в некоторых местах толщины 10-12м) имеет плохую теплопроводность.
6. Диаметр Земли с Луны в 3,5 раза больше солнечного.

Возраст Луны составляет 4 млрд 527 млн лет

Движения Луны



Иногда происходит покрытие планет и звезд Луной. Определение точных моментов начала и конца покрытия имеет значение для изучения движения Луны.

1. Луна вращается вокруг своей оси с запада на восток с постоянной угловой скоростью, причем период вращения равен среднему сидерическому периоду (27,3 сут) обращения Луны вокруг Земли. Поэтому Луна повернута все время одной и той же стороной к Земле (с небольшими колебаниями).
2. Наклонение средней плоскости лунного экватора к плоскости эклиптики постоянно.
3. Скорость движения Луны по орбите возрастает и она удаляется на 2,5 см в год от Земли.
4. Полюса лунного экватора, эклиптики и плоскости лунной орбиты лежат на одном большом круге, причем именно в указанном порядке.
5. Двигается вокруг Земли по эллиптической ($e=0,0549$) орбите со средней линейной скоростью 3683 км/ч (1,02 км/с). Минимальное расстояние от Земли 356400 км, максимальное — 406700 км (среднее 384401 км).

Поверхность

С Земли мы видим невооруженным глазом объекты диаметром в 100км, а в телескоп - 1км.



Более темные (Моря) без воды на видимой стороне 30% поверхности (на обратной стороне меньше). Это сравнительно ровная поверхность - впадины до 3 км, покрыты лавой (когда-то извержения вулканов). Моря: Дождей, Кризиса, Холода, Влажности, океан Бурь и т.д. Возраст морей более 3 млрд. лет.

Более светлые (материки) – яркие приподнятые области, заполненные множеством больших и маленьких круглых кратеров. Поверхность «материков», являющаяся более старой, гориста, ее уровень выше, чем у «морей», и разность средних высот достигает 2,3 км. Трещины и крутые каньоны шириной 1–2 км часто тянутся на сотни километров почти по прямой. Их глубина составляет от одной до нескольких сотен метров; более тысячи из них внесены в каталоги. Эти разрывные трещины в лавовой коре часто параллельны краям морей. Некоторые из них напоминают русла земных рек и занимают на видимой стороне Луны порядка 70% поверхности.

Горы - горные хребты, возраст порядка 4млрд. лет (светлые участки, видны в телескоп). Максимальная высота 9км. Альпы, Карпаты, Кордильеры, Алтай, Кавказ и т.д. Первое название в 1647г ввел Ян Гавелий

Лунные кратеры



Характерная особенность лунного рельефа – **кольцевые структуры (кратеры)**. На видимой стороне более 1700 кратеров размером более 3,5км (более 1км можно насчитать более 300000).

У большинства крупных кратеров в центре горка и они окружены возвышенностью в 2-3км с пологими склонами.

Название кратеров - это в большинстве фамилии ученых: Аристарх, Тихо, Коперник, Кеплер и т.д.

Кратер Ван де Грааф шириной 243 км на обратной стороне Луны

Кратер Эратосфен диаметром 61 км



Изменение поверхности

Образование кратеров:



1. Падение метеоритов. Удар – взрыв, разлетаются осколки, образуя более мелкие кратеры и лучевые системы-цепочки кратеров тянущихся на сотни км (от кратеров Тихо, Коперник, Кеплер, и т.д).

2. Извержение вулканов (крупные кратеры). Сейчас мощная литосфера исключает разломы и выход лавы на поверхность.

Лучший период наблюдений кратеров - *граница освещенной и не освещенной части (терминатор)*.

Последние 2млрд.лет рельеф практически не меняется т.к:

1. Закончилась вулканическая деятельность.
2. Уменьшилась интенсивность падения метеоритов.

Интенсивная бомбардировка Луны завершилась 3,87 млрд. лет назад.

Лунные породы



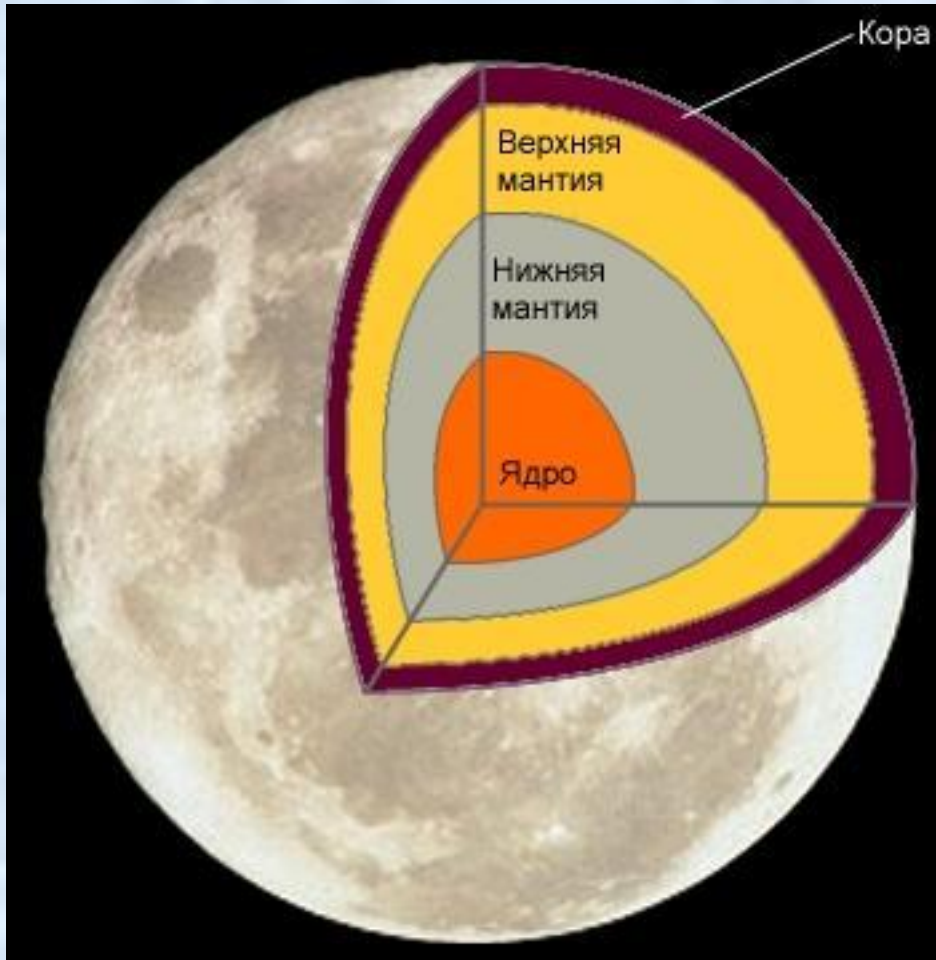
В центре анатозит – по составу похожий на лунную кору возвышенных районов

Слева – 1,5кг базальт одного из морей

Справа – горные породы со дна кратера, образованного в результате падения метеорита.

В ходе пяти экспедиций 1969-1972гг доставлено на Землю и изучены 400кг лунного грунта. Образцы похожи на земные изверженные базальты и содержат те же химические элементы (кремний, алюминий, железо и т.д.), но в породах больше тугоплавких: Ti, Zr, Cr, т.д. и меньше легкоплавких: Pb, K, Na, и т. д. Есть немного пыли темно-серого цвета, напоминает цемент. Реголит содержит осколки магматических пород. В разных местах на поверхности Луны химический состав не одинаков.

Внутреннее строение



1. Литосфера - твердая оболочка до глубины ≈ 800 км. Состоит из:

1. Кора - толщина меняется от 60 км на видимой с Земли половине Луны до 100 км — на невидимой) — имеет состав, близкий к составу “материков”.

2. Верхняя мантия — слой толщиной около 250 км.

3. Средняя мантия - толщиной порядка 500 км. На глубинах порядка 600-800 км располагаются глубокофокусные лунные сейсмические очаги.

2. Астеносфера — расплавленный слой, в котором, как и в любой жидкости, могут распространяться только продольные сейсмические волны.

4. Нижняя мантия - температура верхней ее части порядка 1200 К.

5. Ядро - расплавленный сульфид железа с глубины 1380-1570 км, где происходит резкое изменение скорости продольных волн.

Приливы



Из-за приливного действия возникают силы трения, тормозящие вращение вокруг оси Земли и Луны. Сутки за 100 лет на Земле становятся длиннее на 0,0016с.

Исследование роста кораллов показало, что 400 млн. лет назад год на Земле составлял 400 суток, а продолжительность суток была 22 часа.

Деформация Земли в результате воздействия тяготения Луны составляет 30см, а Луны - 40см. Водная поверхность поднимается в среднем на 1 метр, а разность возле берегов между приливом и отливом составляет 4-5 метров (В заливе Фапти (Канада) Атлантического океана - 18 метров). В России наибольшие приливы наблюдаются в Охотском море (Гежигинской и Пенжинской губах до 13 метров).

Приливная волна движется с запада на восток со скоростью около 1800 км/час. Приливы бывают **сизигийные** (во время новолуния и полнолуния) и **квадратурные** (во время первой и третьей четверти). Сизигийные в 2,7 раза выше, так как Солнце и Луна в это время действуют в одном направлении.

Приливы можно использовать для выработки электроэнергии. В 1968г в СССР была построена опытная ПЭС в Кислой губе близ Мурманска мощностью 800 кВт.

Исследования Луны КА



7 октября 1959 года впервые сфотографирована обратная сторона Луны. Было заснято 2/3 полушария. Открытые "Лунником-3" (СССР) кратеры получили названия: Циолковский, Курчатов, Джордано Бруно, Жюль Верн и др.



Впервые в мире 3 февраля 1966 года Луна – 9 (масса 100 кг) выполнила мягкую посадку на Луну. Станция установила, что лунная поверхность твердая, на ней нет многометрового слоя пыли. Переданы телевизионные панорамы лунного ландшафта, показывающие детали поверхности (размер до 1 мм). Район посадки станции в Океане Бурь получил название Равнина Прилунения.



Первая экспедиция людей на Луну. Астронавты Н. Армстронг и Э. Олдрин в лунном модуле «Eagle» 20 июля 1969 года совершили посадку на Луну, а 21 июля впервые вышли на лунную поверхность. Они провели на Луне 21,5 часа, из них 2,5 часа - вне лунной кабины во время однократного выхода. Собрано 22 кг образцов камней и грунта.

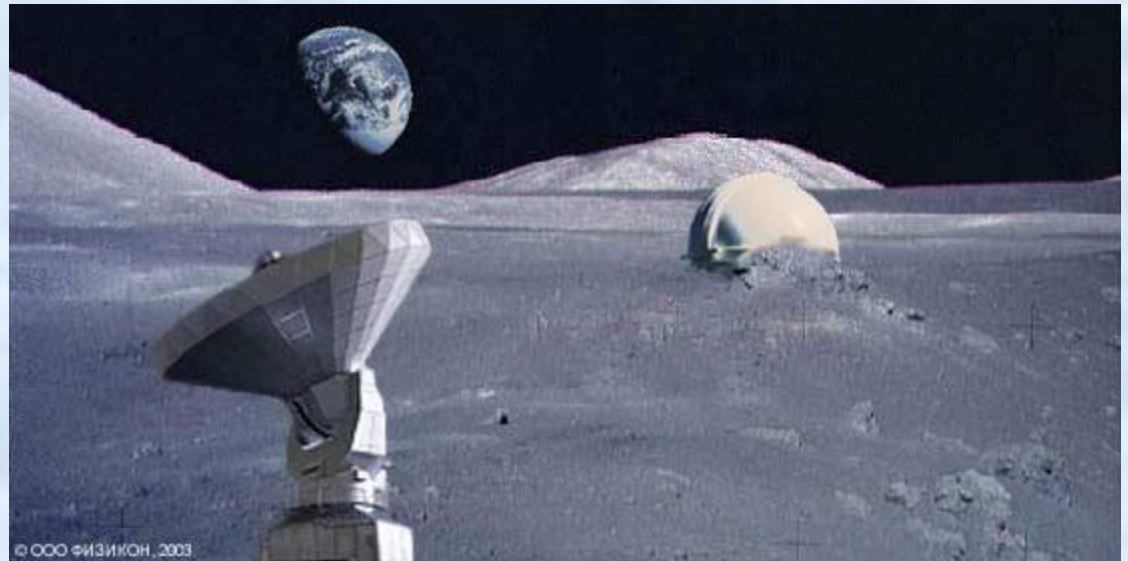


Первый автоматический самоходный аппарат «Луноход-1» (масса 756 кг) доставлен на Луну 17 ноября 1970 года. За 10 месяцев (11 лунных дней) проехал по ней 10,54 км, проводя изучение равнинной местности южнее Залива Радуги в Море Дождей.

Луна – идеальное место для астрономических наблюдений

Возвращение на Луну человека планируется NASA с 2014 года, а к 2020 году создание постоянно действующей обитаемой базы. Аналогичные планы имеет и Россия.

Крупномасштабным проектом, нацеленным на исследования Луны предусматривается запуск в 2012 году комплексного КА «Луна – Глоб», а также пять небольших космических аппаратов - в 2008, 2009, 2011, 2013 и 2015 годах . Роскосмос предлагает NASA сотрудничество в рамках американской лунной программы.



Одной из возможностей проведения астрономических исследований является размещение на поверхности Луны телескопа. Благодаря отсутствию атмосферы можно будет получать чёткие снимки неба, не прибегая к технологиям адаптивной оптики. На Луне также можно будет разместить телескоп с большим жидким зеркалом, вращением которого на его поверхности создаётся парабола. Кроме того NASA намеревается установить в 2018 году на Луне самый мощный в мире радиотелескоп.