

A composite image of Earth and the Moon in space. The Earth is on the right, showing continents and oceans. The Moon is on the left, showing its craters. The background is a dark starry sky.

# **ЗЕМЛЯ И ЛУНА – ДВОЙНАЯ ПЛАНЕТА**

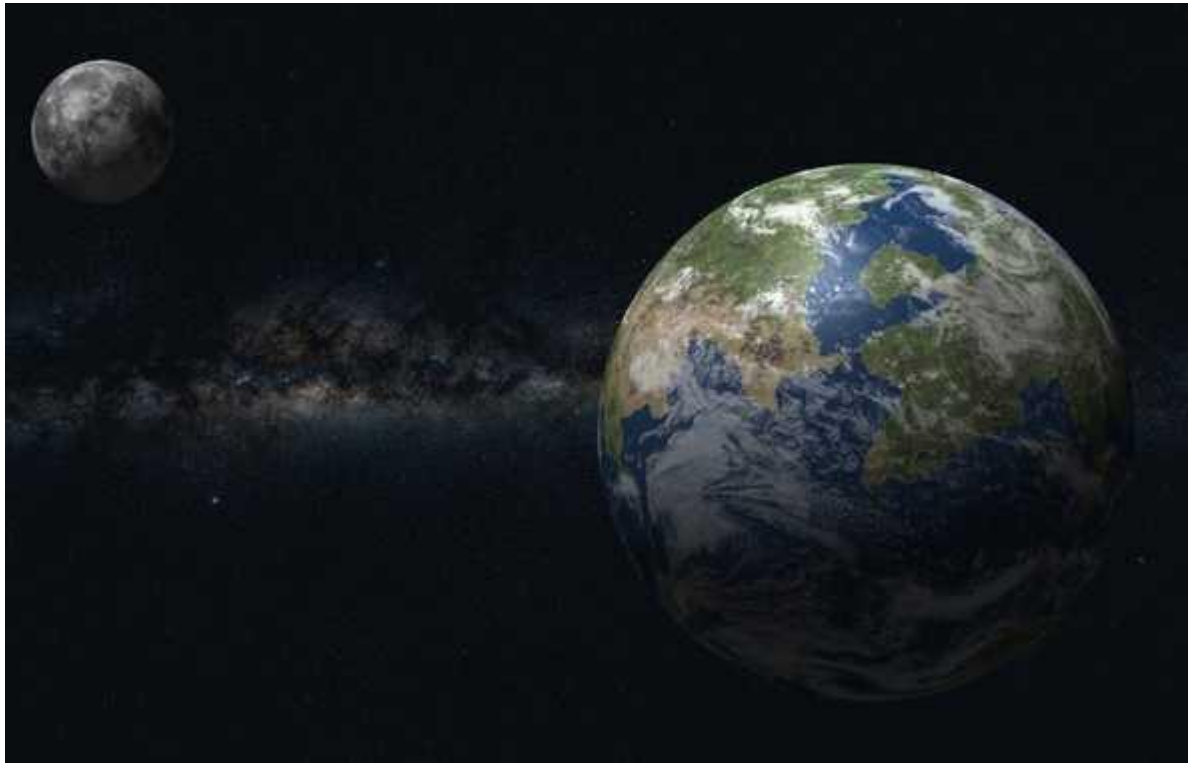
Землю с её спутником Луной называют двойной планетой.

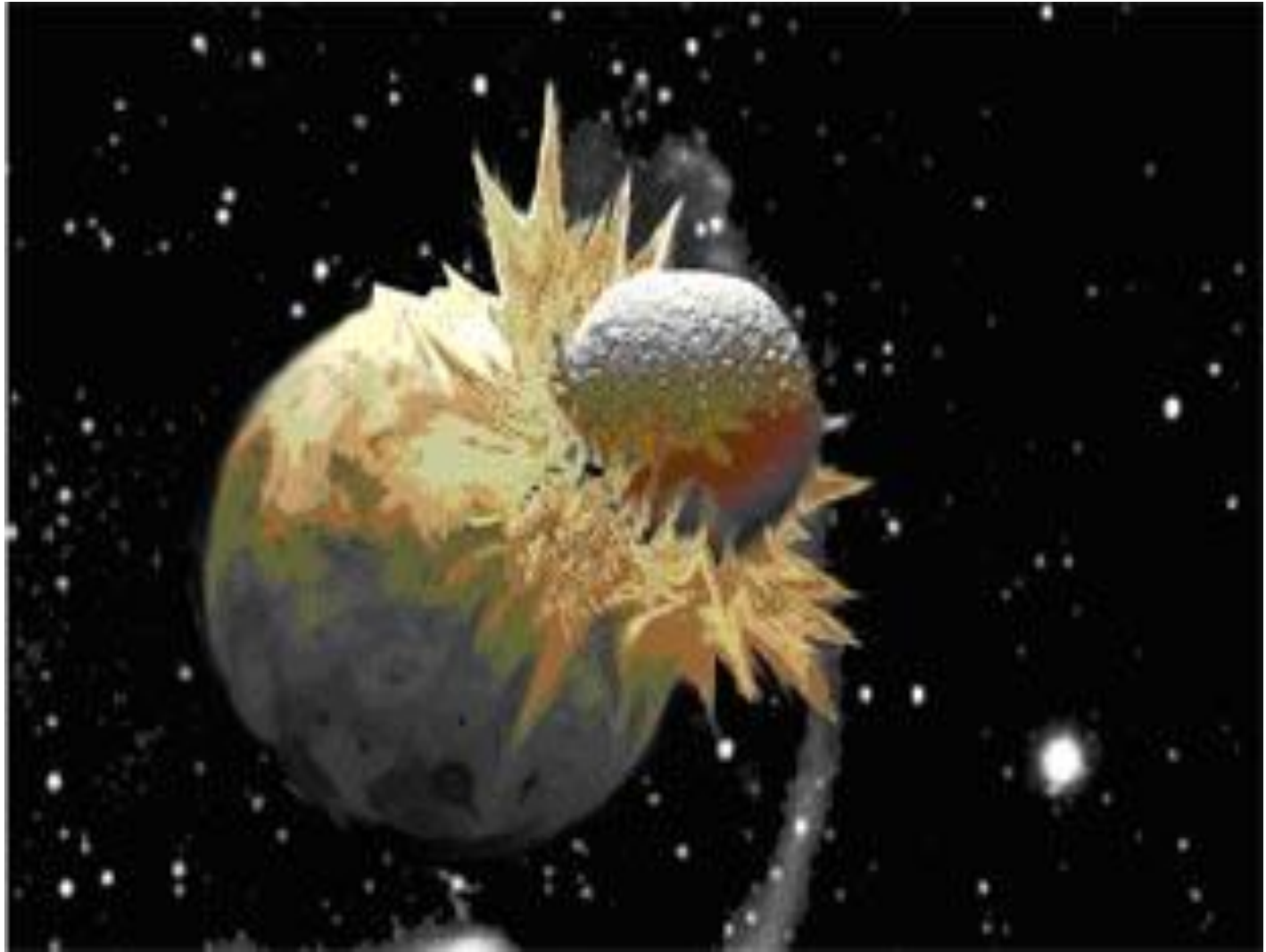
Масса Луны составляет  $1/81$  массы Земли.

Луна образовалась примерно в то же время, что и Земля.

Расстояние между ними было в несколько раз меньше, чем теперь.


Луна постепенно удаляется от нашей планеты со скоростью около 4 см за год.







Земля



Земля – это третья по  
удаленности от Солнца планета.  
Среднее расстояние от Солнца  
до Земли **150** млн. км.  
Масса Земли -  **$6 \cdot 10^{24}$**  кг.  
Средняя скорость движения  
вокруг Солнца **29,8** км/с.

Орбита Земли близка к круговой орбите. Эксцентриситет  $e = 0,017$ .

Радиус орбиты Земли – 149,6 млн. км.

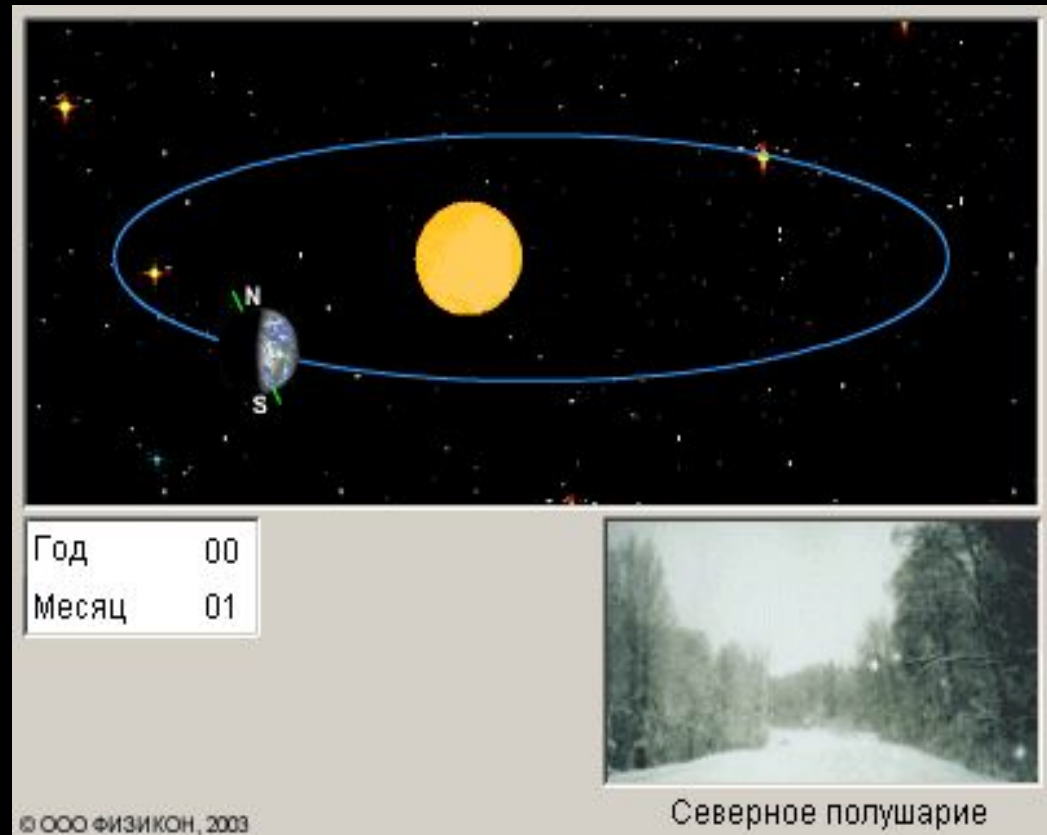
Радиус орбиты Земли принят за 1 астрономическую единицу.

Период обращения по орбите составляет 365,256 земных суток или 1 год.

Средняя скорость движения по орбите – 29,8 км/с.



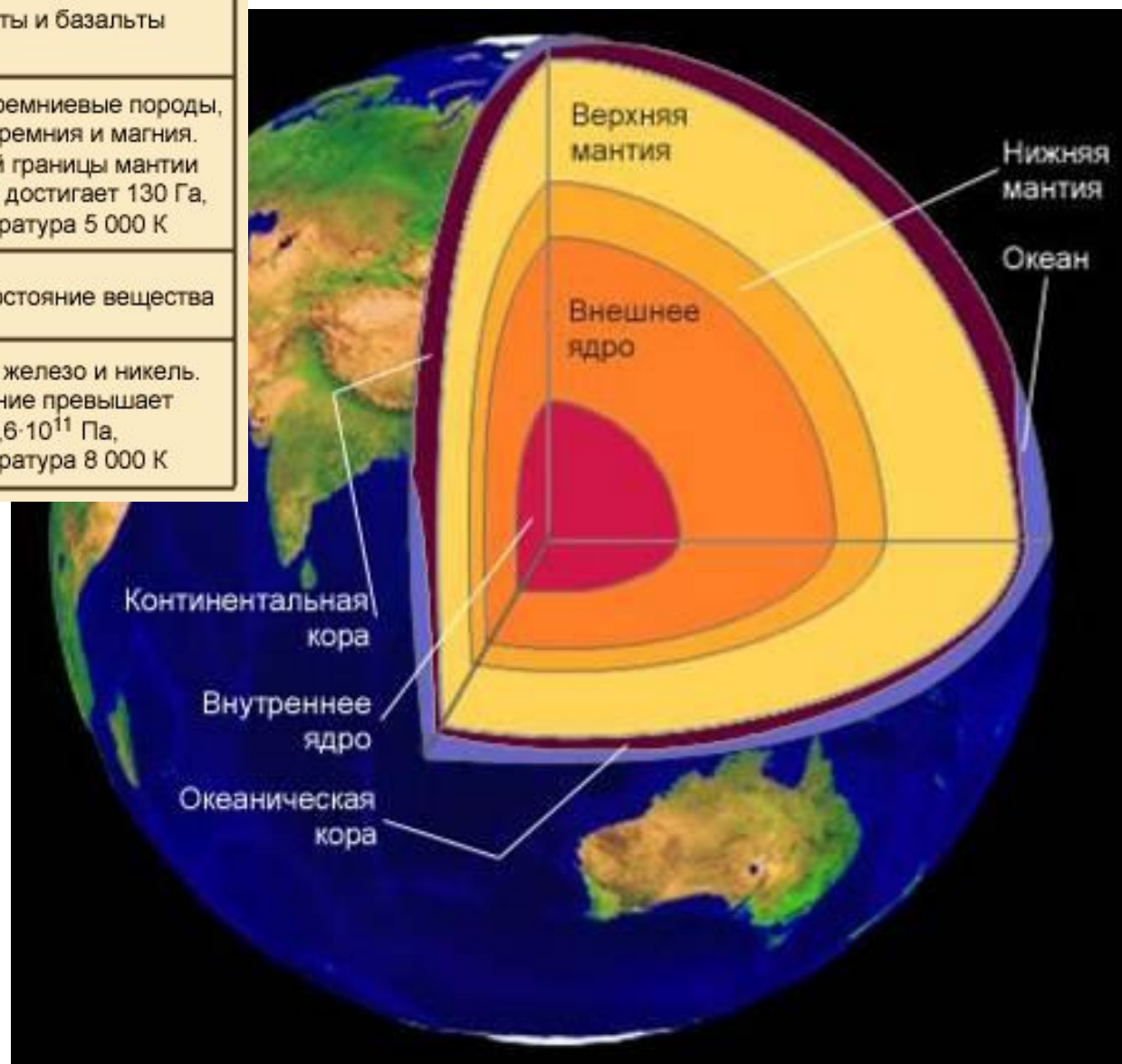
Второе основное вращение Земли – вращение вокруг оси.



- Смена времен года на Земле происходит из-за трех причин:
- обращения Земли вокруг Солнца;
  - наклона земной оси к плоскости орбиты;
  - сохранения направления оси в пространстве.

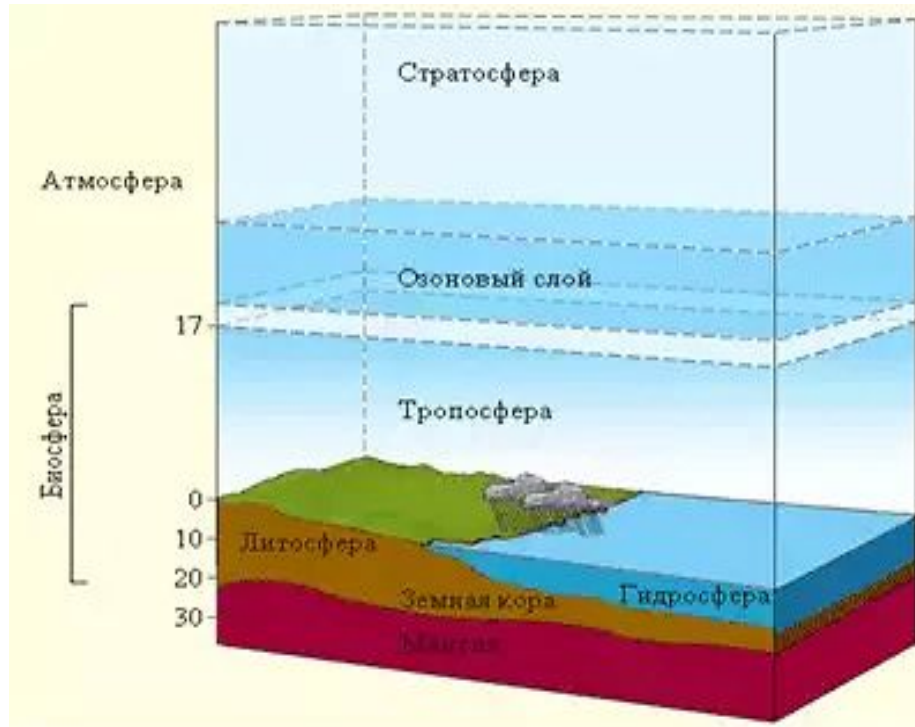


	Толщина	Состав
Кора	Около 35 км, в океанических областях меньше	Граниты и базальты
Мантия	2 900 км	Твердые кремниевые породы, окислы кремния и магния. У нижней границы мантии давление достигает 130 Га, температура 5 000 К
Внешнее ядро	2 250 км	Жидкое состояние вещества
Внутреннее ядро	1 220 км (радиус)	Твердые железо и никель. Давление превышает $3,6 \cdot 10^{11}$ Па, температура 8 000 К



## Строение

Основные оболочки земного шара: *атмосфера*, *гидросфера* и *литосфера*.

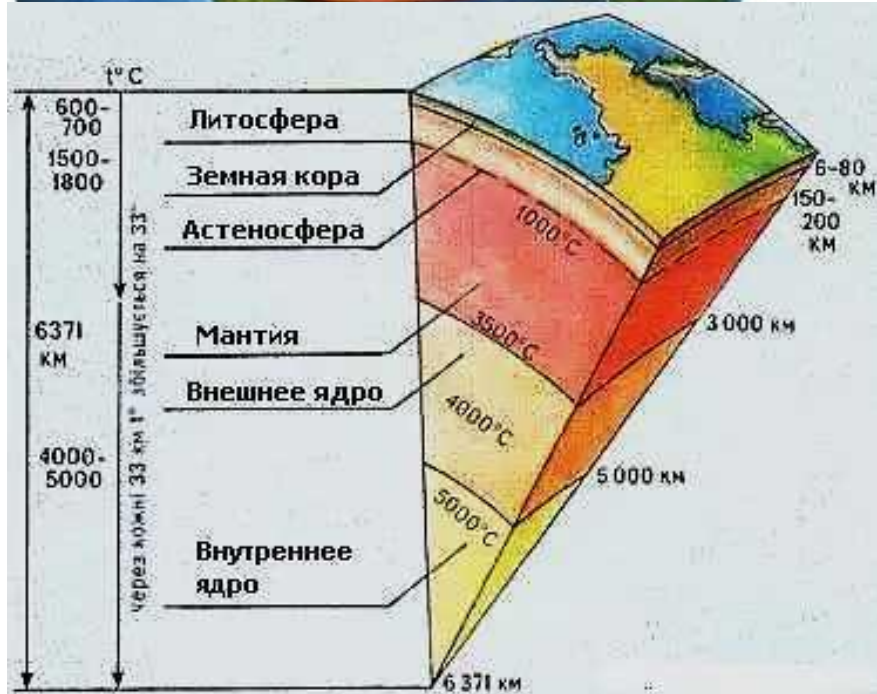
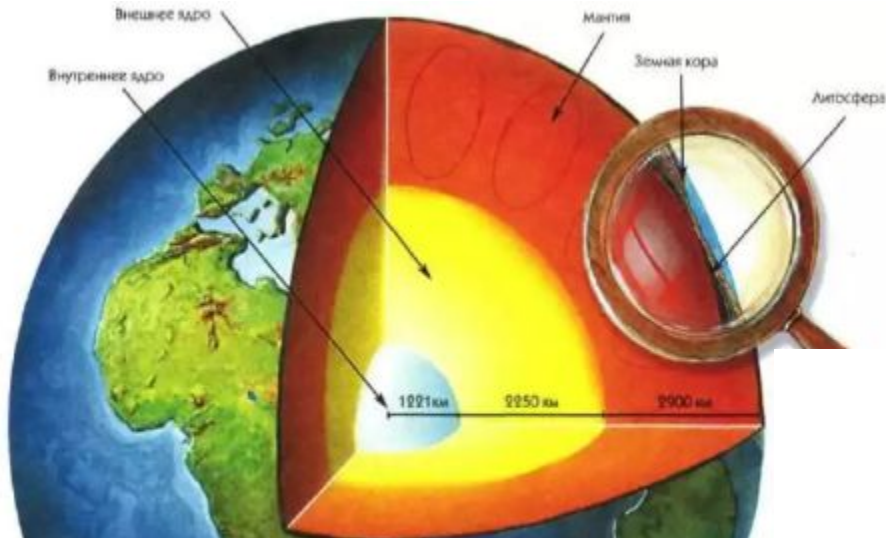


**Гидросфера** - водная оболочка Земли.

Гидросфера - уникальное явление в Солнечной системе, никакая другая из известных планет ею не располагает.

Вода на других телах Солнечной системы встречается главным образом в твердой фазе: в виде снега, инея и льда.

# Литосфера



На протяжении миллиардов лет существования Земли в твердом теле планеты происходили процессы, существенно изменившие первоначальный состав вещества и его распределение в литосфере.

Легкие соединения, в основном силикаты, оказались наверху и образовали **кору** Земли, а более тяжелые остались в центральной части – **ядре**.

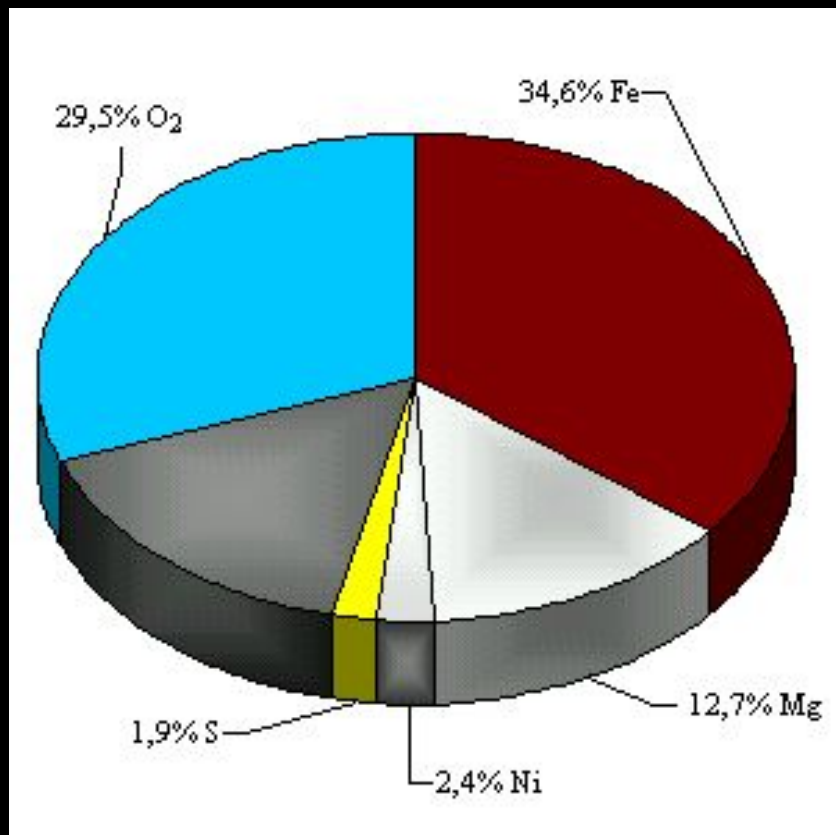
Толщина коры: от 4-10 км под океанами, до 30-70 км под материками.

Радиус ядра – примерно половина радиуса планеты.

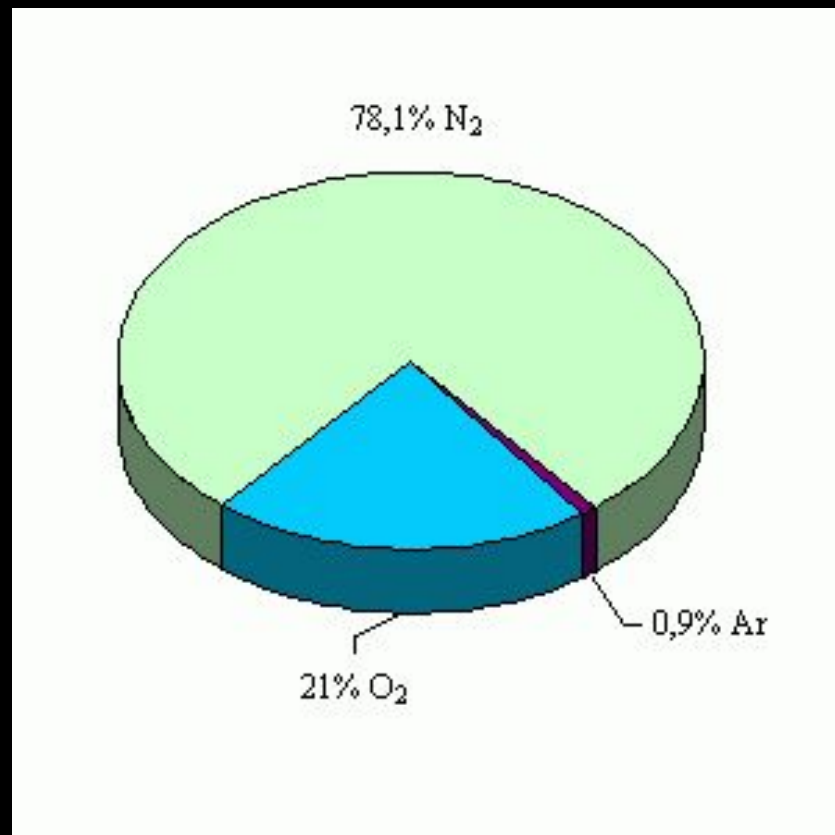
Во внутренней части ядра вещество находится в твердом состоянии, во внешней – в жидком.

Между ядром и корой располагается промежуточная оболочка – **мантия**.

Состав Земли  
по химическим элементам



Состав атмосферы Земли  
по химическим элементам



# Атмосфера

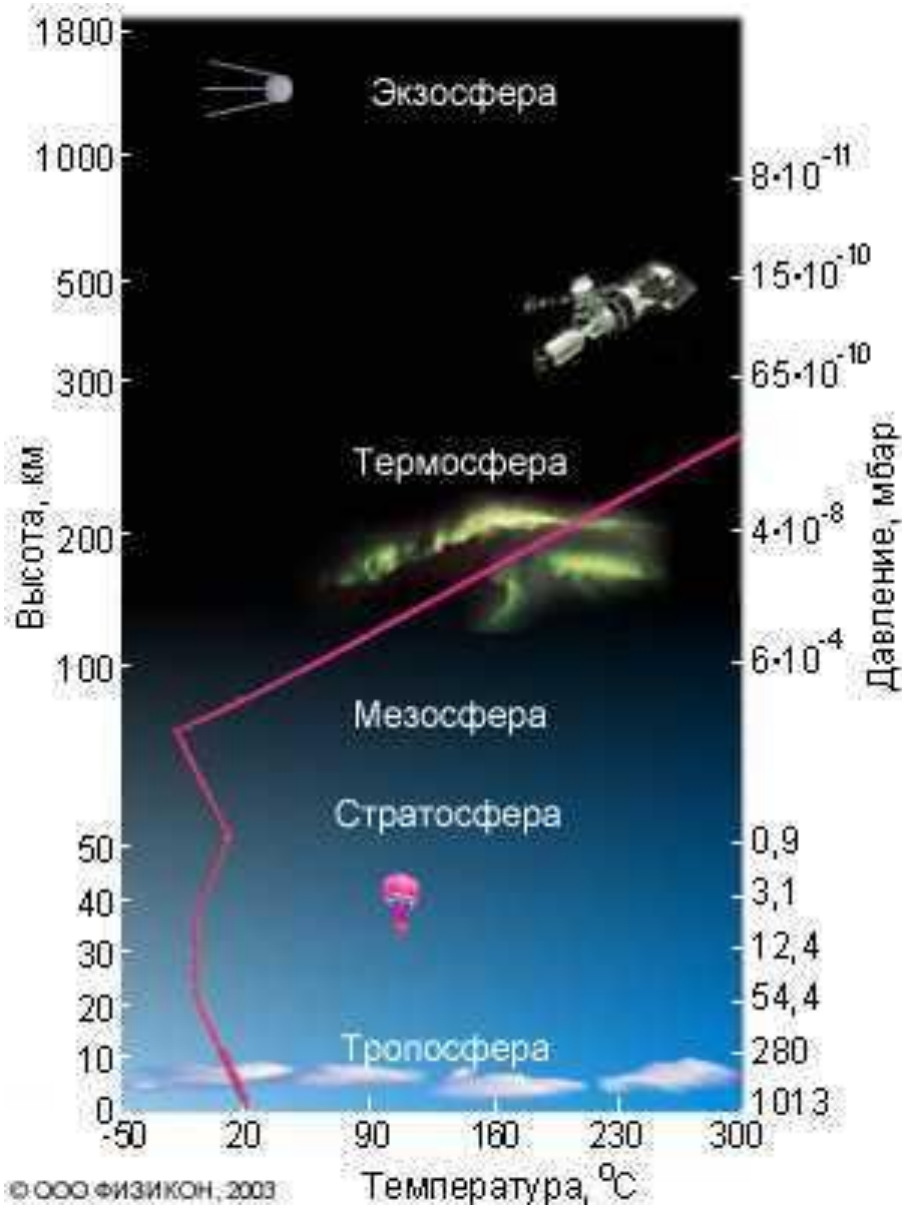
Атмосфера рассеивает и поглощает солнечное излучение, она во многом определяет тепловой баланс планеты благодаря так называемому **парниковому эффекту**.

На протяжении миллионов лет существования Земли установилось равновесие между потоком энергии, поступающей от Солнца, и потоком энергии, излучаемой планетой обратно в космическое пространство.

На Земле равновесие установилось при средней температуре около  $+15^{\circ}\text{C}$ , а на Венере – при значительно более высокой – около  $+470^{\circ}\text{C}$ .



# Атмосфера



Из самого внешнего слоя атмосферы – **экзосферы** – атомы и молекулы могут беспрепятственно ускользать в космическое пространство.

В **термосфере** (80-800 км) состав атмосферы существенно меняется. Основными ее компонентами становятся гелий и водород. За счет поглощения ультрафиолетового излучения Солнца температура значительно возрастает (до  $1500^{\circ}\text{C}$  на высоте 600 км).

В **мезосфере** температура снова уменьшается и на высоте около 75 км достигает абсолютного минимума  $-90^{\circ}\text{C}$ , а местами иногда и  $-150^{\circ}\text{C}$ .

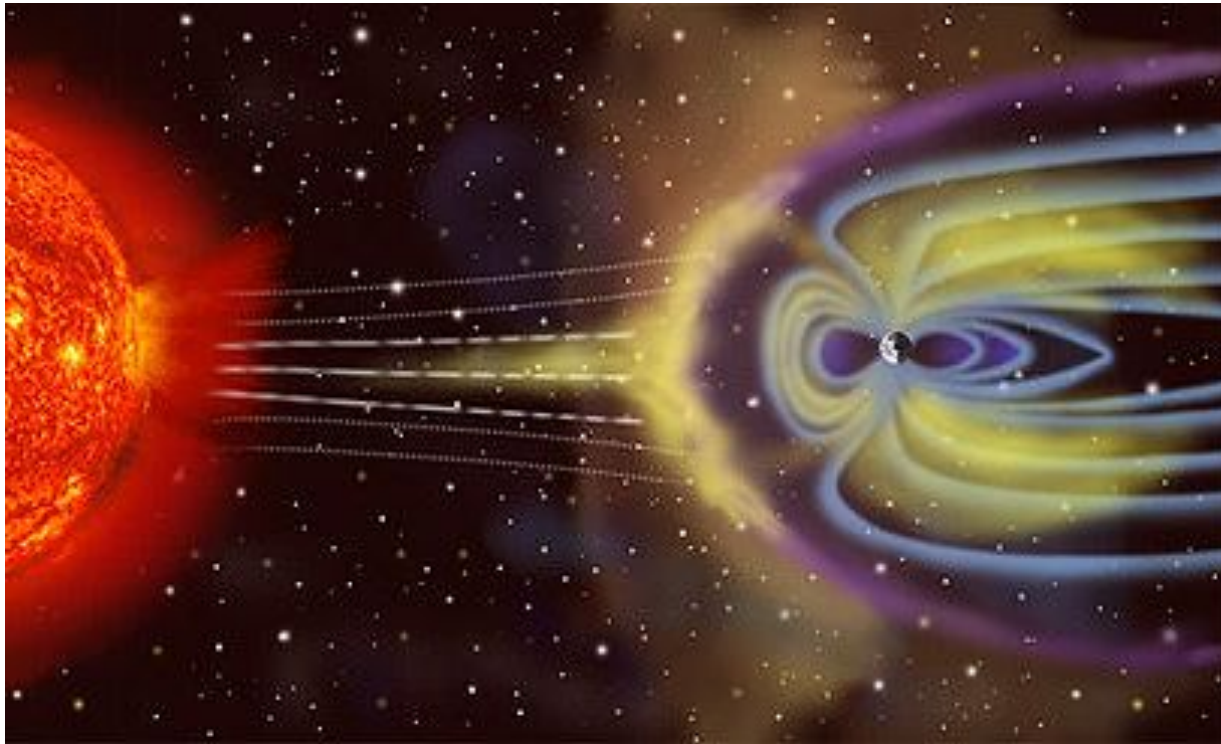
В **стратосфере**, начиная с высоты около 25 км, температура атмосферы растет за счет поглощения озоном ультрафиолетового излучения Солнца.

Нижний слой атмосферы – **тропосфера** – содержится более 90% всей массы атмосферы и практически все водяные пары. На её верхней границе температура составляет примерно  $-50^{\circ}\text{C}$ .

## Магнитосфера Земли

На высотах более 1000 км поведение и распределение заряженных частиц неразрывно связано с магнитным полем Земли.

В околоземном космическом пространстве существует область, которую называют **магнитосферой**, хотя по своей форме она вовсе не является сферой.



Деформация магнитосферы планеты звездным ветром

Из-за солнечного ветра структура геомагнитного поля на дневной и ночной стороне Земли существенно отличается.

Магнитосфера сжата с дневной стороны и вытянута в виде сигарообразного шлейфа с ночной.

Шлейф диаметром немногим менее 250 тыс. км простирается за Землей на 5,6 млн км.

## Магнитосфера Земли

Небольшая часть захваченных геомагнитным полем заряженных частиц образует вокруг нашей планеты пояс радиации. Здесь находятся обладающие наиболее высокой энергией ионы (в основном протоны) и электроны.

Эти частицы, попадая из радиационного пояса в верхние слои атмосферы в районе полюсов, заставляют светиться ее основные составляющие – азот и кислород, вызывая **полярные сияния**.





Луна

## Луна – спутник Земли

Радиус Луны – 1738 км,  
т.е. примерно в 4 раза меньше радиуса Земли

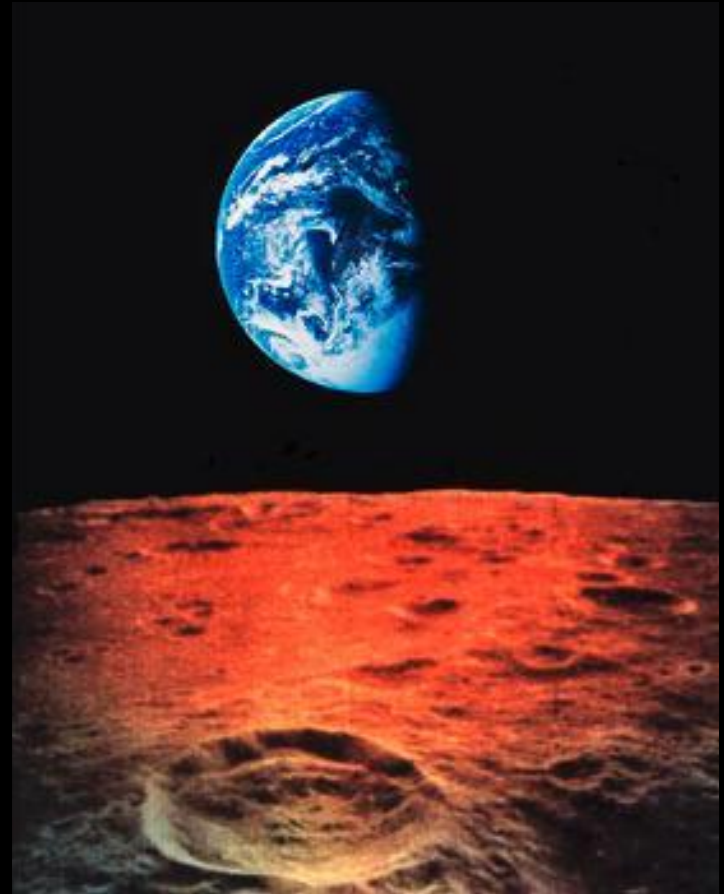
Масса Луны –  $7,35 \cdot 10^{22}$  кг,  
т.е. примерно в 81 раз меньше массы Земли



Луна – один из самых больших спутников в Солнечной системе.



Луна на нашем небосклоне



Земля на небосклоне Луны

Период вращения Луны вокруг своей оси равен сидерическому периоду.  
Поскольку время одного оборота Луны вокруг Земли в точности равно времени одного оборота ее вокруг оси, Луна постоянно повернута к Земле одной и той же стороной.



Только в **1959** году советская автоматическая станция «Луна-3» обогнула Луну и сфотографировала ту ее сторону, которую человек никогда не видел.



## Лунные моря и материки

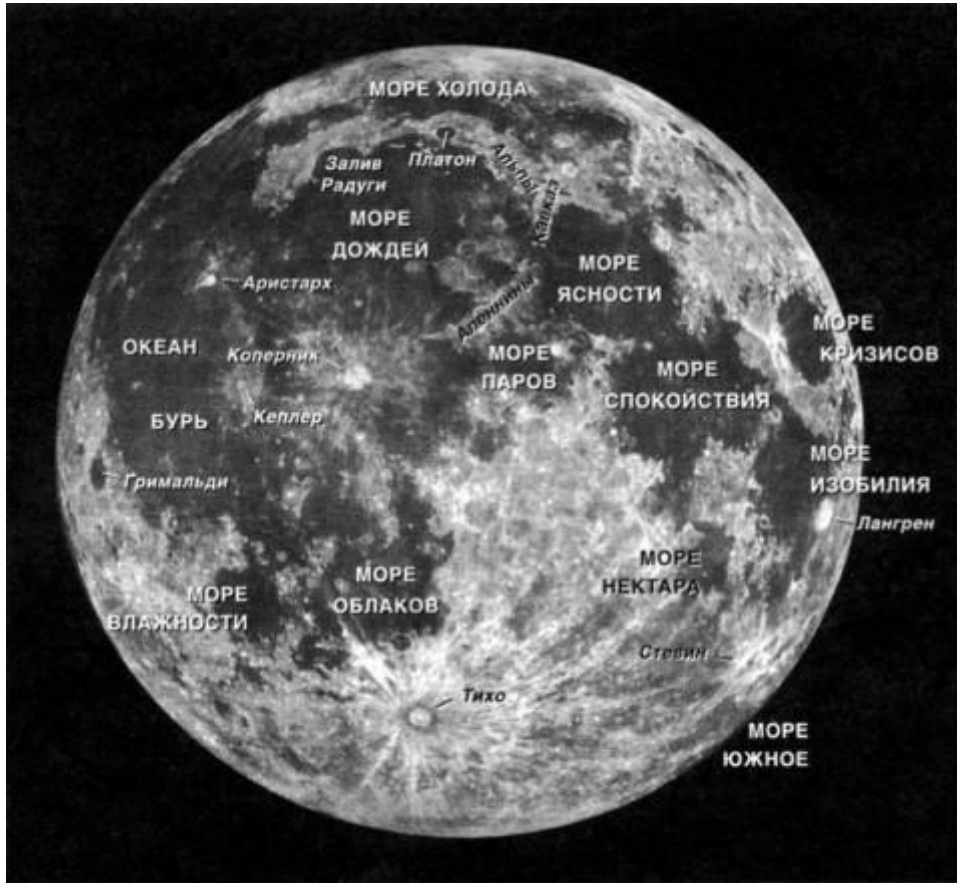


На Луне есть светлые области – **материки** и более темные – **моря**.

Луна является единым материковым щитом, на котором в виде отдельных вкраплений располагаются пониженные участки поверхности, покрытые застывшей лавой, – моря.

Моря занимают примерно 40% площади видимой стороны Луны.

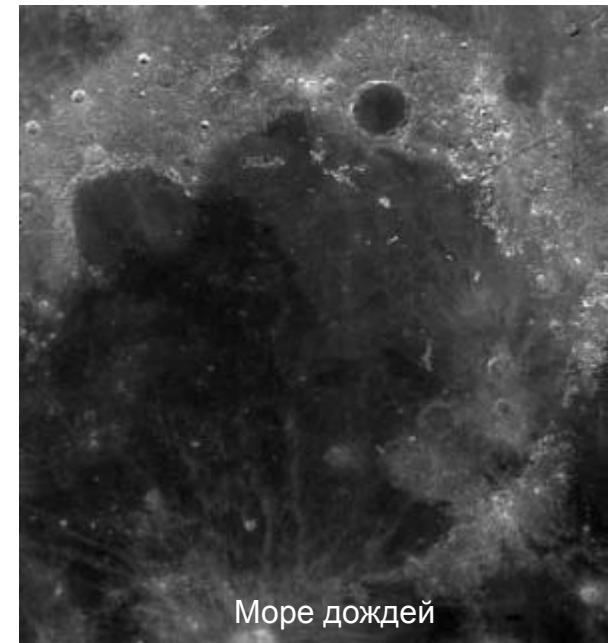
## Лунные моря и материки



В различных частях Луны заметны такие формы рельефа, как борозды и трещины, по которым происходило смещение отдельных участков лунной коры по вертикали и горизонтали.

Самая крупная равнина получила название Океан Бурь, следом идет Море Дождей, Море Холода, Море Спокойствия и др.

Море Дождей окружают горные хребты высотой 3-5 км, получившие такие же названия, как и земные горные массивы, – Кавказ, Альпы, Апеннины и т. п.



Море дождей



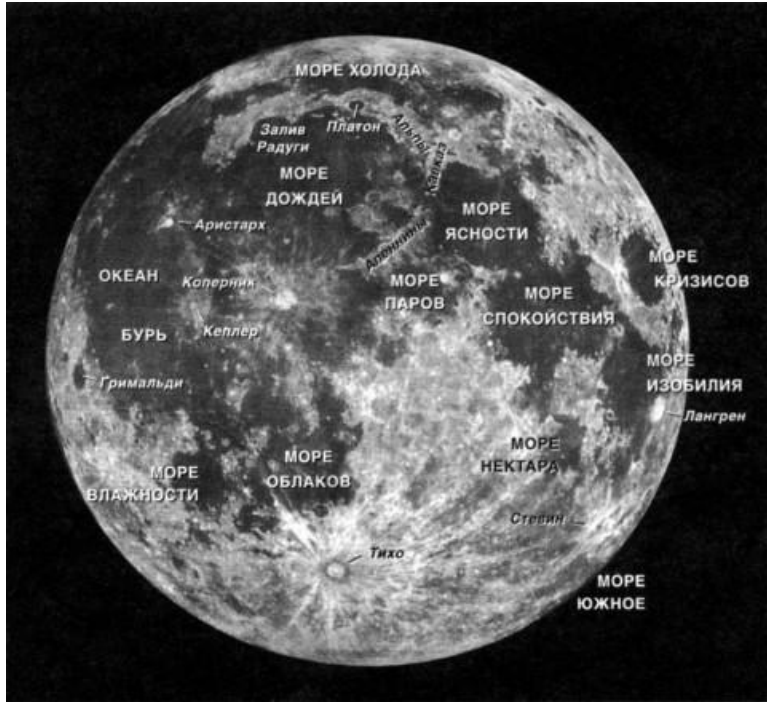
В **1609** году Галилео Галилей впервые наблюдал Луну в свой маленький самодельный телескоп. Он увидел огромные углубления с темной поверхностью и принял их за моря и океаны. С тех пор на картах Луны остались поэтические названия «Море дождей», «Море спокойствия», «Море облаков», «Океан бурь».

Но, как выяснилось позже ни морей, ни облаков, ни бурь на Луне нет, так как нет ни атмосферы, ни воды. А вот горы и горные хребты на Луне настоящие. Они носят название Лунные Альпы, Лунные Апеннины, Кавказ.





## Лунные кратеры



Наиболее характерными формами рельефа Луны являются кратеры самого различного размера, большие воронки, образованные лунными вулканами в далеком прошлом; и маленькие – следы падения метеоритов. Они получили имена в честь известных ученых – Коперника, Кеплера, Птолемея и др.



Кратер Коперник  
(фото с борта «Аполлона-17»)

При наблюдениях с Земли в телескоп можно различить кратеры диаметром не менее 1 км. Их насчитывается около 300 тыс.

По химическому составу Лунные породы близки к Земным: и характеризуются следующими показателями (%):

$\text{SiO}_2$  - 49,1 - 46,1;  $\text{MgO}$  - 6,6-7,0;  $\text{FeO}$  - 12,1-2,5;

$\text{Al}_2\text{O}_3$  - 14,7-22,3;  $\text{CaO}$  - 12,9- 18,3;  $\text{Na}_2\text{O}$  - 0,6-0,7;

$\text{TiO}_2$  - 3,5-0,1

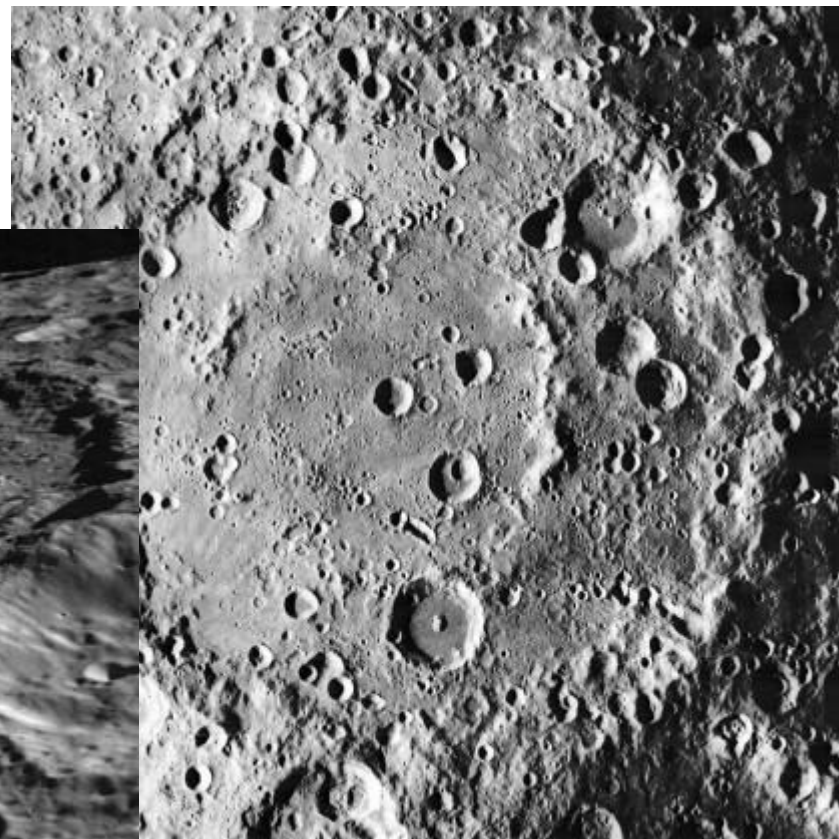
(первые цифры для грунта лунных «морей», вторые - для материкового грунта)

Аполлон-17: большие камни на Луне



На поверхности Луны повсюду видны выброшенные при образовании кратеров камни различных размеров и форм.

Некоторые из них при падении на Луну также образуют кратеры, которые называют **вторичными**.



Масса Луны в 81 раз меньше массы Земли, и поэтому на ней нет атмосферы.

Отсутствие атмосферы на Луне приводит к резким колебаниям температуры поверхности

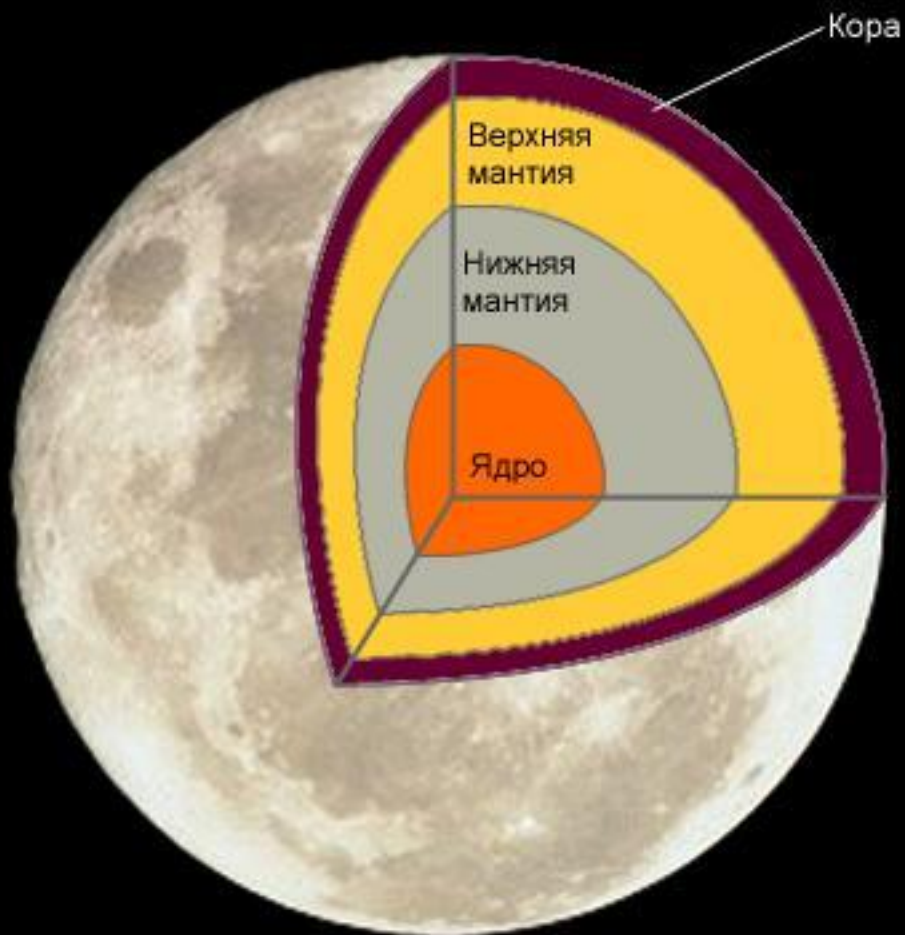
Температура поверхности Луны **днем** достигает  $130^{\circ}\text{C}$

Температура **ночью** опускается до  $-170^{\circ}\text{C}$

На глубине 1 м температура почти всегда постоянная  
(*теплопроводность лунного грунта очень мала*)



Внутреннее строение Луны изучено по сейсмическим данным, переданным на Землю приборами космических экспедиций «Аполлон».



Толщина коры Луны около **60 км**.

Толщина мантии до **1000 км**.

Радиус ядра около **750 км**

Внутреннее строение Луны

Луна относится к телам планетного типа.



**Радиус Луны:** около 1700 км.

**Масса** в 81 раз меньше земной.

**Средняя плотность:** 3300 кг/м.

**Сила тяжести** на поверхности Луны в 6 раз меньше, чем на поверхности Земли.

На Луне нет ни гидросферы, ни атмосферы.

Луна не имеет заметного магнитного поля.

Из-за медленного вращения Луны вокруг оси её поверхность в течение дня нагревается до  $+130^{\circ}\text{C}$ , а в течение ночи остывает до  $-170^{\circ}\text{C}$ .

Луна покрыта слоем мелкораздробленного вещества – **реголита**. Из-за его низкой теплопроводности уже на глубине нескольких десятков сантиметров колебания температуры практически отсутствуют.

Отсутствие на Луне процессов размывания и выветривания позволяет считать ее своеобразным геологическим заповедником, где на протяжении миллионов и миллиардов лет сохраняются все возникавшие за это время формы рельефа.

Изучение Луны дает возможность понять геологические процессы, происходившие на Земле в далеком прошлом, от которого на нашей планете не осталось никаких следов.



В настоящее время существуют детально разработанные проекты создания на Луне крупной обитаемой базы, где смогут длительное время находиться участники экспедиций.

Наличие такой базы позволит постоянно проводить наблюдения за нашей планетой, объектами ближнего и дальнего космоса, а также другие исследования, которые трудно осуществить на Земле или на орбитальных станциях.



# Домашнее задание.

	Земля	Луна
1. Особенности строения оболочек (атмосферы, гидросферы, литосферы).		
2. Физические характеристики планеты (температура на поверхности, масса, радиус, продолжительность суток, сидерический период).		
3. Характеристика рельефа планеты.		
4. Химический состав поверхности планеты.		
5. Отличительные особенности.		