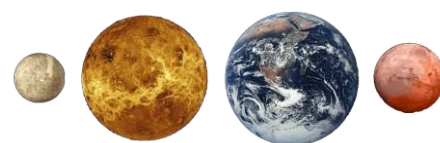


### РАЗДЕЛ 2. НАБЛЮДЕНИЯ И УСТРОЙСТВО СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ

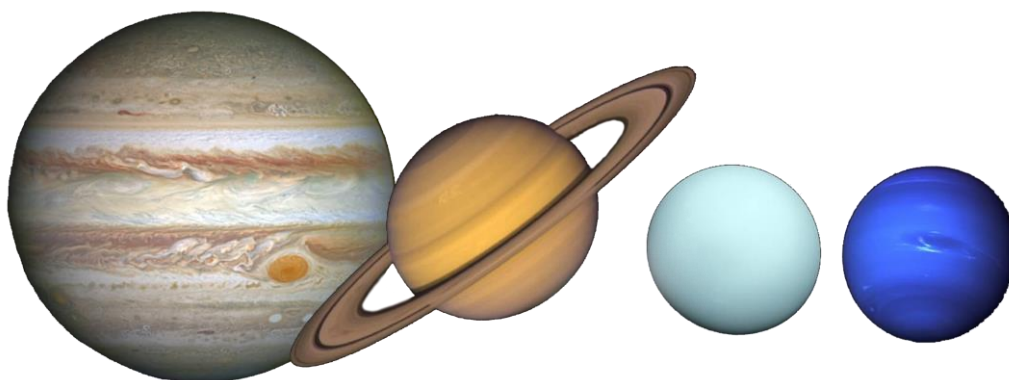
#### Тема 2.6 Общие характеристики планет. Земля, Луна и планеты земной группы

1. Общая характеристика планет
2. Теория образования Солнечной системы
3. Планеты земной группы:
  - Земля и Луна
  - Меркурий
  - Венера
  - Марс

Восемь планет Солнечной системы можно разделить на две группы в зависимости от размера, плотности и массы:



- **планеты земной группы**  
(Меркурий, Венера, Земля, Марс)



- **планеты-гиганты** (Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун)

Средняя плотность планет земной группы примерно в 5 раз выше, чем у группы планет-гигантов. Основная часть массы планет земной группы приходится на долю твердого состояния вещества – оксидов и других соединений тяжелых химических элементов: металлов и неметаллов.

Малая плотность планет-гигантов (у Сатурна плотность – меньше плотности воды) объясняется тем, что значительная часть их массы находится в газообразном и жидком состояниях. В составе планет-гигантов преобладают водород и гелий. Этим Они похожи на Солнце и многие другие звезды, у которых водород и гелий составляют примерно 98% массы.

Отличия между планетами двух групп проявляются в том, что:

- планеты-гиганты гораздо быстрее вращаются вокруг своей оси
- количество спутников: у планет земной группы всего 3 спутника, у планет-гигантов — 158(!)

### Теория образования Солнечной системы

Солнечная система сформировалась в результате длительной эволюции огромного холодного газо-пылевого облака. В 40-х гг. XX в. появляется гипотеза академика **Отто Юльевича Шмидта** об образовании планет из холодных твердых тел – *планетозималей*.

Возраст наиболее древних пород Земли составляет примерно 4,5 млрд лет. Породы такой же древности обнаружены в образцах лунного грунта. Расчеты возраста Солнца дали близкую величину - 5 млрд лет.



*Рис. Туманность Столпы творения, в которой рождаются молодые звезды*

На основании этих данных принято считать, что все тела, которые в настоящее время составляют Солнечную систему, образовались примерно 4,6 млрд лет назад.

Газо-пылевое облако, основу массы которого составлял **водород** (самое распространенное вещество в наблюдаемой части Вселенной) сжималось под воздействием гравитации. Когда сжатие достигло критических величин, в центре этого сгустка расстояние между атомами вещества стало столь малым, что началась самопроизвольная ядерная реакция – родилась звезда.

Подобные процессы можно наблюдать и сегодня, например в туманности «Столпы творения», где рождаются молодые звезды (см. рис).

Остальное вещество облака под действием гравитации стало вращаться вокруг ядра. Облако становилось все более и более плоским диском. Частицы этого диска, обращаясь вокруг Солнца по самым различным орбитам, сталкивались между собой. В результате столк-

новений частицы разрушались и вновь объединялись в более крупные, появлялись зародыши планет – т.н. «**планетезимали**».

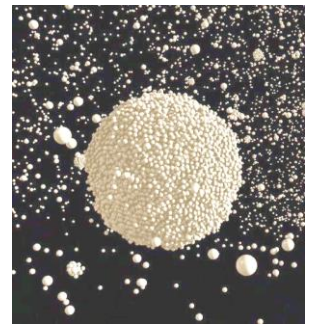
Считается, что число таких допланетных тел достигало многих миллионов. Но, в конце концов, основная масса вещества оказалась сосредоточенной в немногих крупных телах — больших планетах.

Под влиянием сильного нагрева из окрестностей Солнца улетучивались газы (водород и гелий) и оставались лишь твердые тугоплавкие частицы. Из этого вещества впоследствии сформировались Земля, а также планеты земной группы.

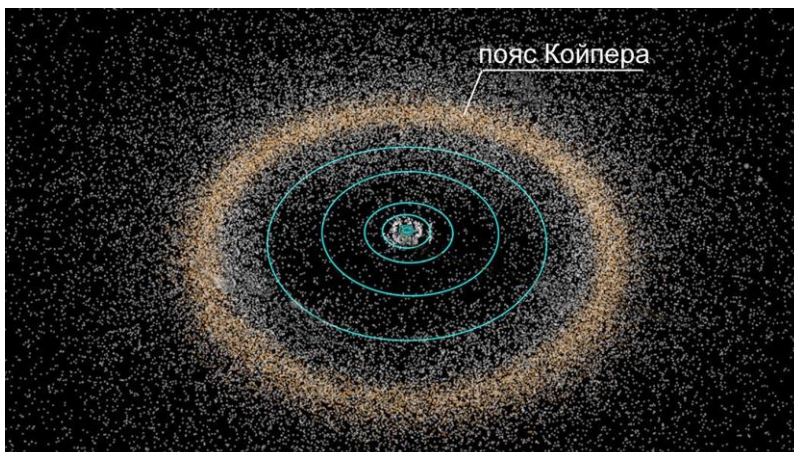
Вдали от Солнца летучие вещества намерзали на твердые частицы, относительное содержание водорода и гелия оказалось повышенным. Объем периферийных частей облака был больше, а стало быть, больше и масса вещества, из которого образовались далекие от Солнца планеты.

В начале существования протопланет продолжался процесс их т.н. «поздней тяжелой бомбардировки», в ходе которого поверхность планет подвергалась ударам метеоритов и комет в течение многих сотен миллионов лет. Этот процесс продолжается и сегодня с учетом того, что интенсивность ударов значительно снизилась.

Тем не менее, количество потенциальных комет в Солнечной системе, сосредоточенных в т.н. «**поясе Койпера**», не поддается подсчету (счет идет на сотни миллиардов). Еще больше малых тел в т.н. «**облаке Оорта**» на границе Солнечной системы.



*Рис. Образование планетезималей*



В ходе формирования планет и позднее на протяжении миллиардов лет в их недрах и на поверхности происходили процессы плавления, кристаллизации, окисления и другие физико-химические процессы.



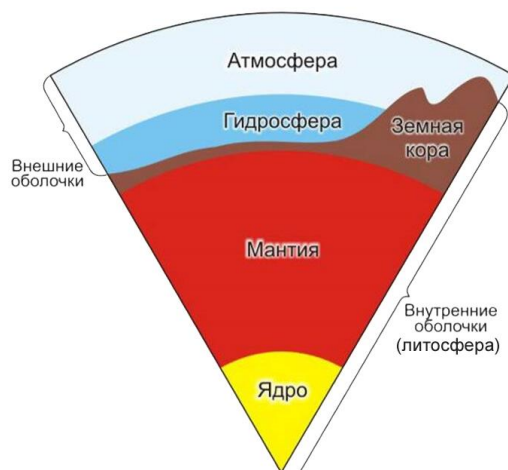
Однако не все вещество протопланетного облака вошло в состав планет и их спутников. Оставшаяся его часть — это малые тела, одни «мигрируют» внутри планетной системы, другие — кометы — находятся в основном за ее пределами.

## ЗЕМЛЯ И ЛУНА

Основными оболочками земного шара являются: *атмосфера*, *гидросфера* и *литосфера*.

Соответствующие этим оболочкам три агрегатных состояния вещества — газообразное, жидкое и твердое.

Атмосферой обладает большинство больших планет Солнечной системы, твердая оболочка характерна для планет земной группы, спутников планет и астероидов. Вода в жидком виде может существовать лишь при определенных значениях температуры и давления среды. Будучи весьма распространенным во Вселенной, вода на других планетах встречается в виде снега, льда или пара.



### Литосфера Земли

В ходе миллиардов лет существования каменной оболочки Земли легкие соединения (силикаты) оказались наверху и образовали *кору Земли*, а более ее тяжелые элементы (магний) опустились к центральной части — *ядру*.

Толщина коры относительно невелика и составляет 10 км под океанами до 70 км под материками.

Радиус ядра составляет примерно половину радиуса планеты, причем в его внутренней части вещество находится в твердом состоянии, а во внешней — в жидком. Между ядром и корой располагается промежуточная оболочка - *мантия*.

### Атмосфера Земли

Атмосфера рассеивает и поглощает солнечное излучение, она во многом определяет тепловой баланс планеты благодаря т.н. *парниковому эффекту* (нагретая солнечным излучением поверхность Земли излучает инфракрасные лучи, которые поглощаются углекислым газом

и парами воды атмосферы, удерживая тем самым тепло и разогревая атмосферу).

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

Чем плотнее атмосфера планеты и чем больше в ней содержится углекислого газа и водяных паров, тем сильнее проявляется парниковый эффект и меньше изменения температуры от дня к ночи.

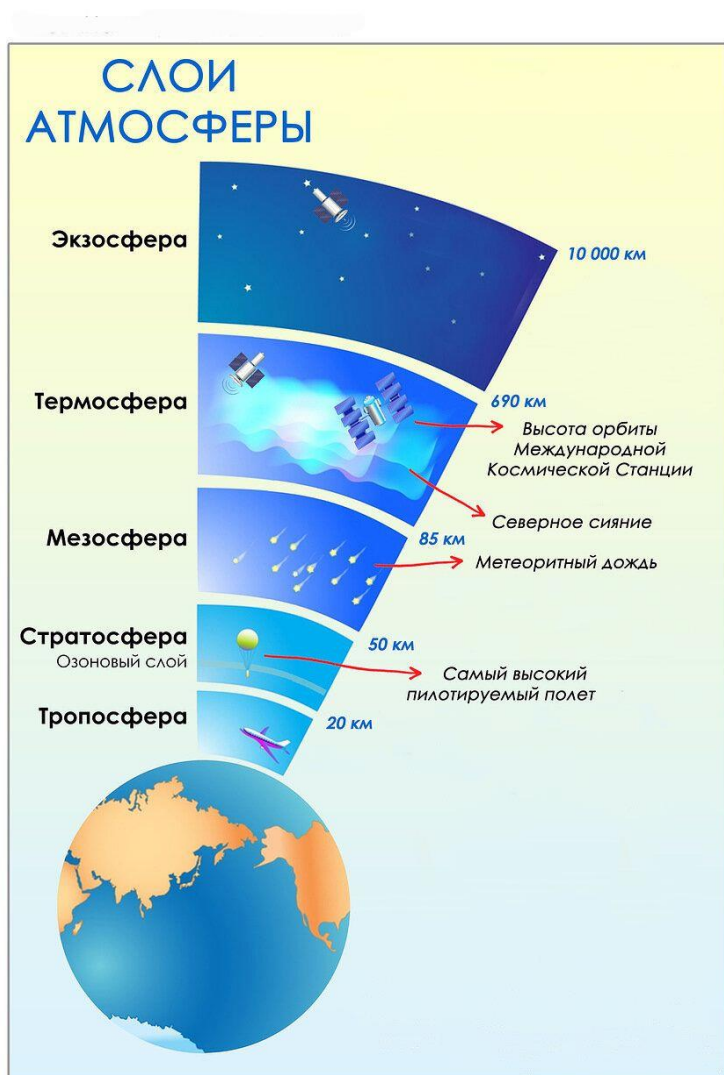
Эта закономерность хорошо прослеживается у планет земной группы. На Земле равновесие установилось при средней температуре около  $+15\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а на Венере — при значительно более высокой — около  $+470\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Нижний слой атмосферы (до 20 км) называется **тропосферой**. По мере удаления от земной поверхности температура снижается и на верхней границе тропосферы составляет примерно  $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Над тропосферой до высоты 50 км простирается **стратосфера**, в которой находится слой озона ( $\text{O}_3$ ), благодаря которому идет поглощение убийственных ультрафиолетовых лучей Солнца.

Выше от 50 до 85 км простирается **мезосфера**, где температура падает до  $-90\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Плотность атмосферы с высотой уменьшается. На больших высотах, в **термосфере** (85 — 700 км) основными компонентами атмосферы становятся гелий и водород. За счет поглощения ультрафиолета температура резко возрастает (до  $1500\text{ }^{\circ}\text{C}$ ).



Самый внешний слой атмосферы называется **экзосферой**, откуда атомы и молекулы могут беспрепятственно ускользать в космическое пространство.

## Магнитосфера Земли

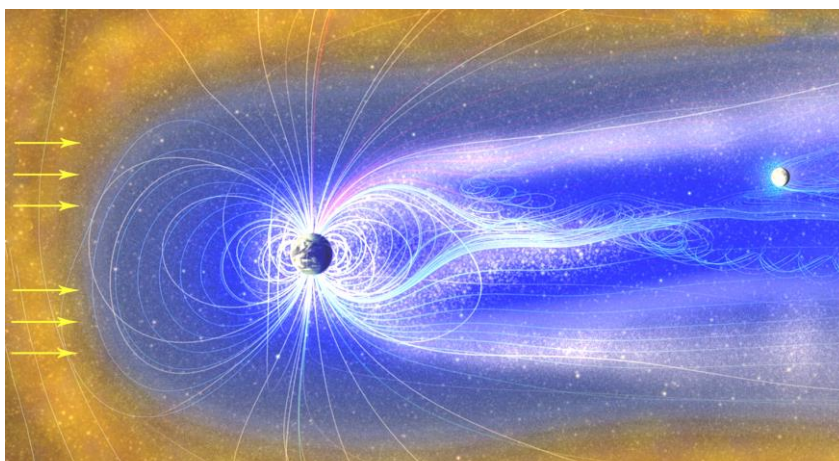
На высотах более 1000 км поведение и распределение заряженных частиц неразрывно связано с магнитным полем Земли.

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

На Землю постоянно воздействует поток высоко заряженных частиц Солнца (плазмы) т.н. «солнечный ветер». Магнитное поле Земли защищает планету от убийственного воздействия солнечного ветра, отклоняя частицы солнечного ветра вдоль силовых линий поля.

Небольшая часть захваченных магнитосферой заряженных частиц образует вокруг Земли **пояс радиации** (пояс Ван-Аллена).

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



## ЛУНА

По своей природе Луна относится к телам планетного типа, ее радиус составляет около 1700 км, масса в 81 раз меньше земной.

Сила тяжести на поверхности Луны в 6 раз меньше, чем на поверхности Земли. На Луне нет атмосферы и магнитного поля.

Медленное вращение вокруг оси приводит к тому, что в течение дня поверхность Луны нагревается до  $+130^{\circ}\text{C}$ , а в течение ночи остывает до  $-170^{\circ}\text{C}$ . Из-за отсутствия атмосферы лунная поверхность подвержена непосредственному воздействию всех видов излучения, а также постоянной «бомбардировке» метеоритами и более мелкими частицами — микрометеоритами, которые падают на нее с космиче-

## АСТРОНОМИЯ

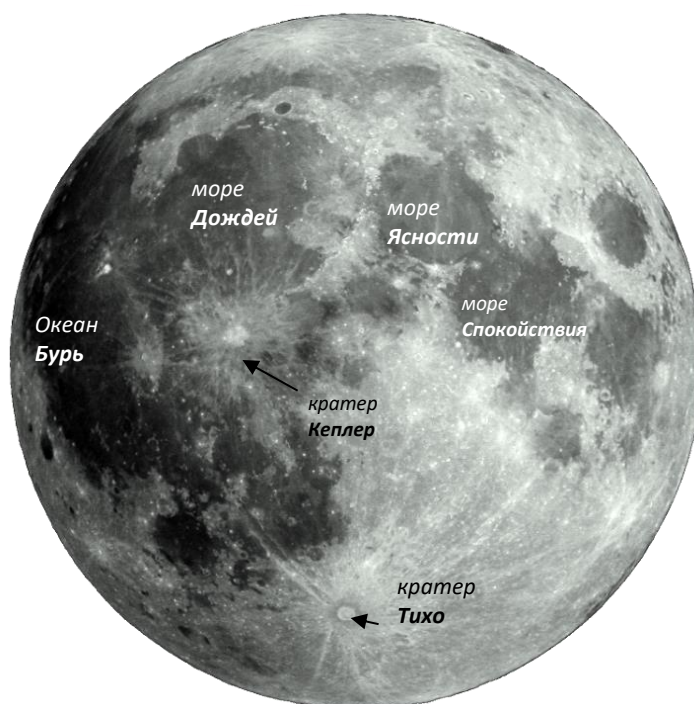
краткий конспект лекций  
ФГБУ ПОО «БГУОР»

скими скоростями (десятки километров в секунду). В результате вся Луна покрыта слоем мелкораздробленного вещества — *реголита*.

Даже невооруженным глазом видно, что на Луне есть светлые области — *материки* и более темные — *моря*.

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.



Наиболее характерными формами рельефа Луны являются *кратеры* самого различного размера. Они получили имена в честь известных ученых — Коперника, Кеплера, Птолемея и др. Их насчитывается около 300 тыс. Кратеры образуются при падении на Луну тел из космического пространства. Самые крупные кратеры (100 км и более в диаметре) окружены возвышающимся на 2—3 км над окружающей местностью валом с пологими склонами.

## ПЛАНЕТЫ ЗЕМНОЙ ГРУППЫ

Характерная черта для планет земной группы - наличие литосферы. На всех планетах, кроме Меркурия присутствует атмосфера.

Атмосферы Венеры и Марса близки по составу между собой, но значительно отличаются от земной. За миллионы лет в земной атмосфере сократилось содержание углекислого газа и произошло обогащение кислородом.

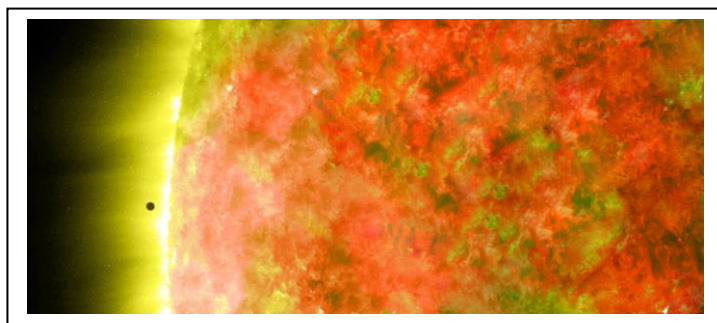


## Меркурий

Эта самая близкая к Солнцу планета во многом похожа на Луну, которую Меркурий лишь немного превосходит по размерам. Расстояние от Солнца – около 58 млн км. Сутки на Меркурии делятся 58 земных дней. Год длится 88 земных суток.

Космические аппараты, пролетавшие вблизи планеты, измерили магнитное поле, которое оказалось в 100 раз слабее земного. Атмосфера отсутствует.

Перепады температуры на поверхности планеты в течение суток (176 земных суток) еще больше, чем на Луне. На дневной стороне планеты температура составляет около 300°C. На ночной стороне она падает до -200°C.



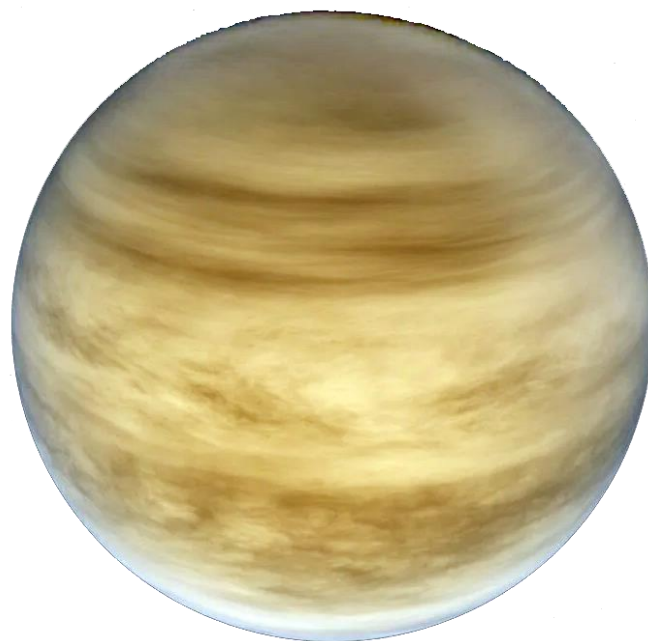
*Рис. Меркурий на фоне Солнца*

## Венера

Эта планета по размерам и массе почти одинакова с Землей. Расстояние от Солнца – 108 млн. км.

Вращение планеты происходит в направлении противоположном вращению Земли и других планет. Ученые предполагают, что аномальное вращение — это последствия некой катастрофы. Вполне вероятно, что Венера в прошлом столкнулась с другим крупным объектом.

Ось вращения Венеры почти перпендикулярна к плоскости ее орбиты, так что северное и южное полушария планеты всегда освещаются Солнцем одинаково.





Сутки на Венере делятся 243 земных дня. Год длится 225 земных суток. Таким образом, год на Венере длится меньше, чем её сутки(!)

Венера очень плотно окутана облачностью. Атмосфера планеты на 97% состоит из углекислого газа. Венерианские облака состоят из капелек концентрированной серной кислоты ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ).

Вследствие парникового эффекта температура на поверхности Венеры почти  $500^\circ\text{C}$ . Давление в 100 раз больше земного.

Венера — одна из самых ярких и крупных светящихся объектов небесной сферы, который можно увидеть с Земли даже без специального оборудования. Известно, что древние греки называли ее “утренней и вечерней звездой”. Венера становится видимой в тот момент, когда Солнце восходит или заходит за горизонт.

## Марс

Расстояние от Солнца – 225 млн. км. Сутки на Марсе делятся 24 ч 37 мин. Год длится 686 земных дней.

Марс имеет два небольших спутника: **Фобос** (Страх) и **Деймос** (Ужас). Размеры Фобоса 20 x 20 км, а Деймос еще меньше — 25 x 10 км.

Из всех планет Марс более всего похож на Землю. Планета обладает атмосферой, хотя и очень разреженной (атмосферное давление всего лишь 1% земного). Природные условия на Марсе весьма суровы: средняя температура на его поверхности  $-60^\circ\text{C}$ .

На полюсах температура падает до  $-150^\circ\text{C}$ , при этом замерзает не только вода, но даже углекислый газ превращается в сухой лед.

В телескоп на Марсе можно заметить белые полярные шапки, а также темные пятна (моря) на общем оранжево-красном фоне материка.

На Марсе наблюдаются горные цепи (гора Олимп высотой 27 км), системы трещин коры и огромные **каньоны**. Наиболее крупный из них — Долина Маринера — имеет длину около 4000 км, ширину до 200 км, а глубина достигает 5 км. Поверхность представляет собой камени-



стую пустыню. Красноватая окраска поверхности Марса объясняется присутствием оксидов железа.

Интерес к Марсу к значительной степени всегда был связан с надеждой обнаружить на этой планете жизнь, а может быть, и разумных обитателей.

Воды в атмосфере Марса мало, но при низком атмосферном давлении и низких температурах даже такого количества достаточно для образования облаков и туманов.

Возможно, что в прошлом плотность марсианской атмосферы была выше. На эту мысль наводит наличие на его поверхности протяженных ветвящихся долин, которые тянутся порой на сотни километров и напоминают по своему виду русла высохших земных рек.

---

### **Вопросы для закрепления**

1. *Перечислите группы планет Солнечной системы. В чем главные различия планет различных групп?*
2. *Объясните теорию О.Ю.Шмидта*
3. *Дайте определение понятиям: планетезимали, протопланеты*
4. *Что такое «поздняя тяжелая бомбардировка»? Когда происходило это явление, что стало ее результатами?*
5. *Что такое «пояс Койпера»? Где он находится?*
6. *Объясните понятие «облако Оорта», каковы его размеры?*
7. *Расскажите о строение Земли, ее оболочках*
8. *Расскажите о составляющих атмосферы Земли*
9. *Что такое магнитосфера Земли. В чем ее значение для жизни?*
10. *Перечислите основные параметры Луны (размеры, расстояние, температуру, состав)*
11. *Охарактеризуйте планеты земной группы (Меркурий, Венера, Марс)*