

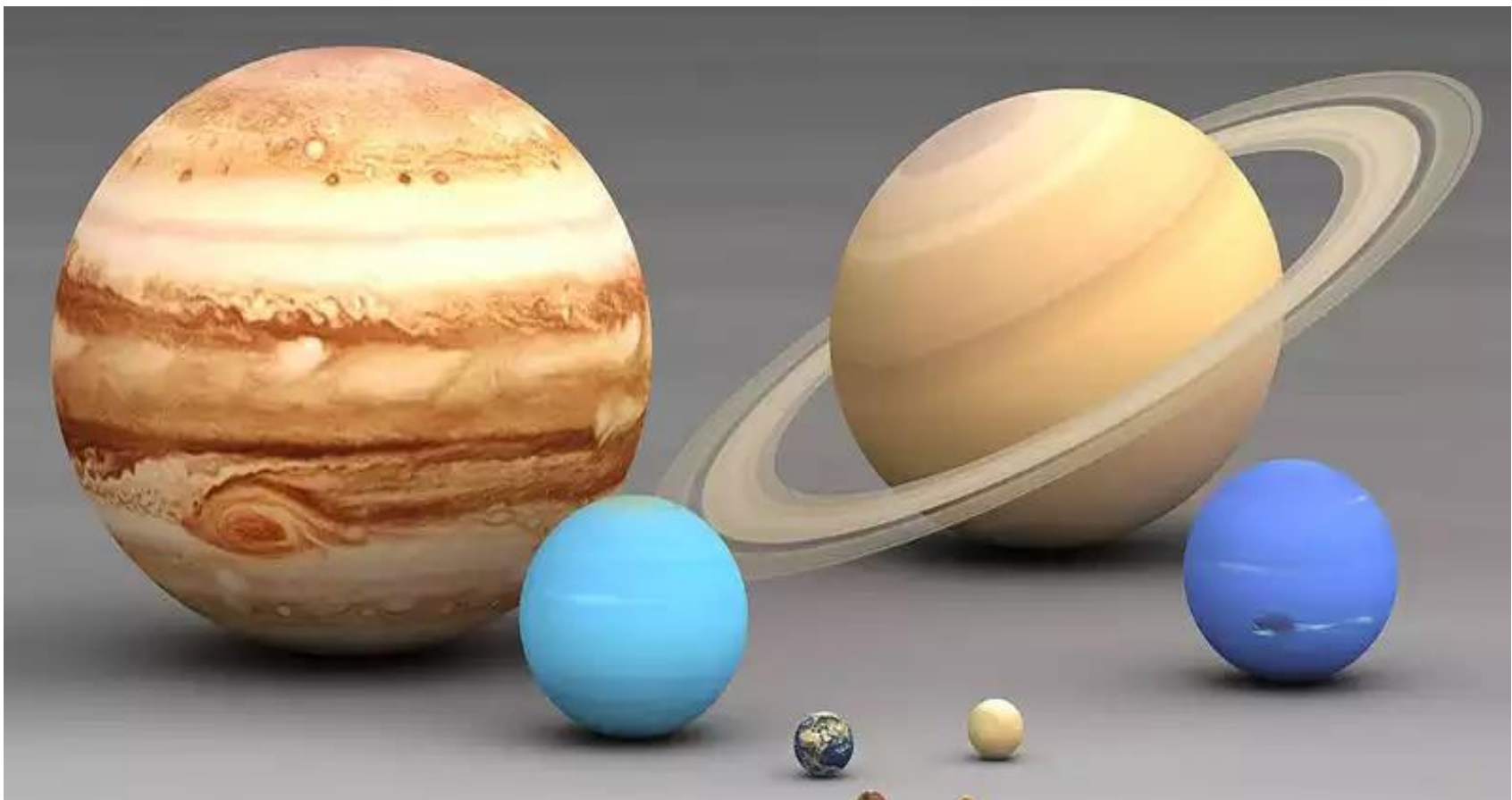
A diagram of the outer solar system. The Sun is a large, glowing orange-red sphere on the right. Several concentric white elliptical orbits are shown against a dark blue background with a grid pattern. Four planets are positioned on these orbits: Jupiter (orange and white bands) on the innermost orbit, Saturn (tan with rings) on the next, Uranus (light blue) on the third, and Neptune (dark blue) on the fourth. A comet with a long purple and white tail is shown on the left, moving towards the right. A small cluster of white dots representing a distant galaxy or star cluster is visible at the bottom center.

ПЛАНЕТЫ ГИГАНТЫ, ИХ СПУТНИКИ И КОЛЬЦА

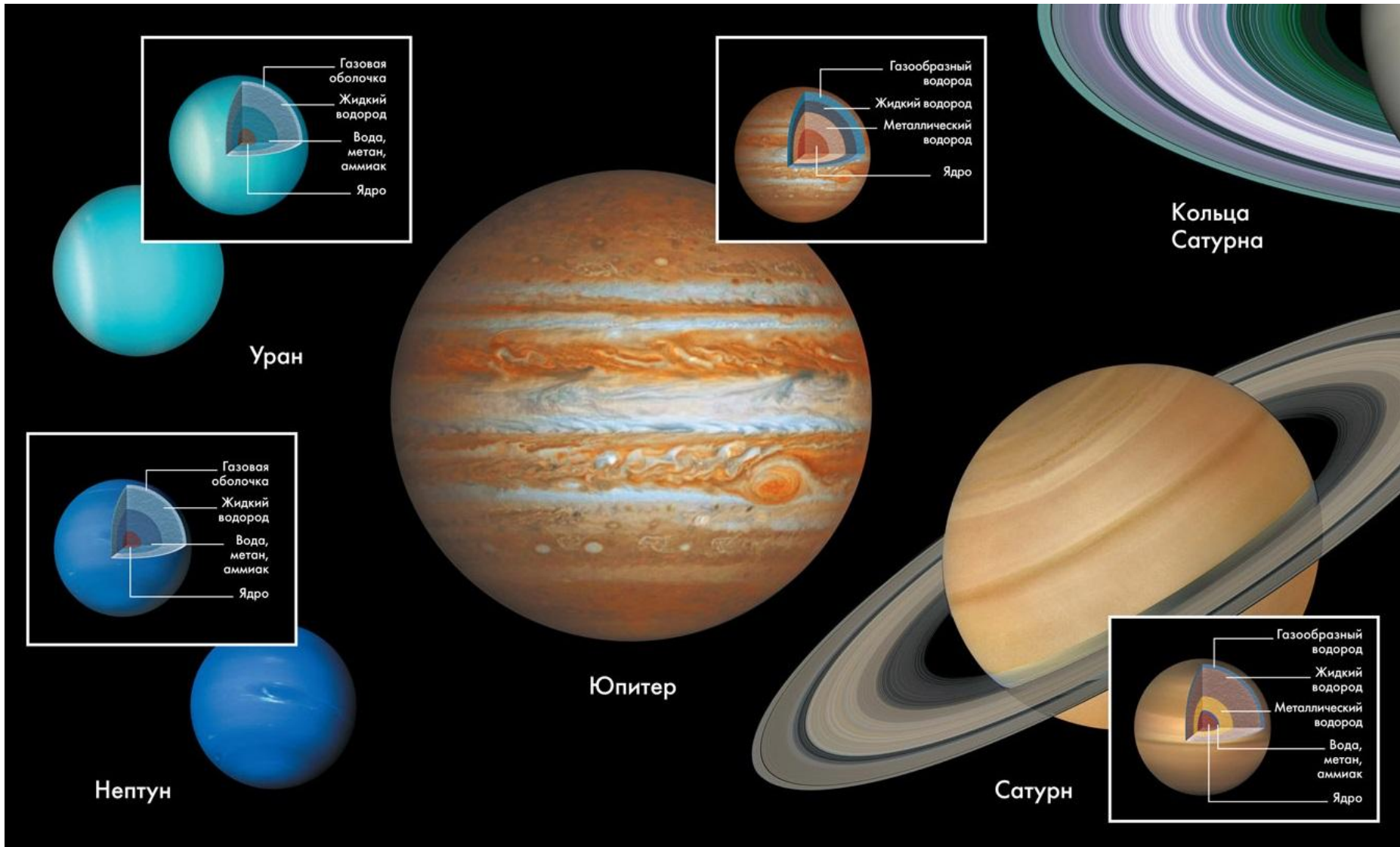


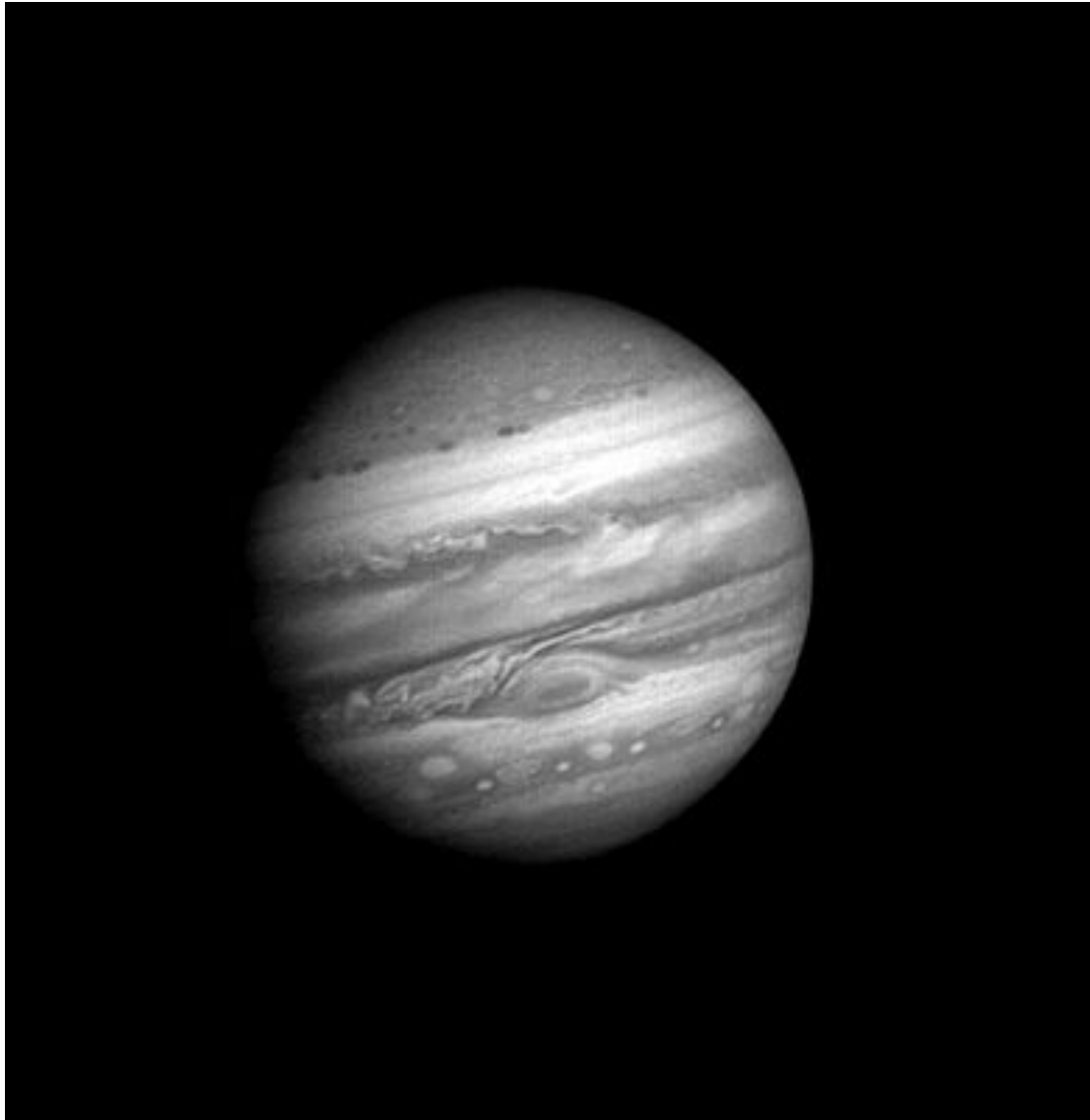
Любая из планет-гигантов, состоящих преимущественно из водорода и гелия, превосходит по массе все планеты земной группы, вместе взятые.

Крупнейшая планета Солнечной системы – Юпитер – в 11 раз по диаметру и в 300 с лишним раз по массе больше, чем Земля.



Все планеты-гиганты имеют мощные протяженные **атмосферы**, состоящие в основном из молекулярного водорода и содержащие также гелий (от 6 до 15% по объему), метан, аммиак, воду и некоторые другие соединения.





Последовательность из снимков,
сделанных Вояджер-1 на подлёте к Юпитеру

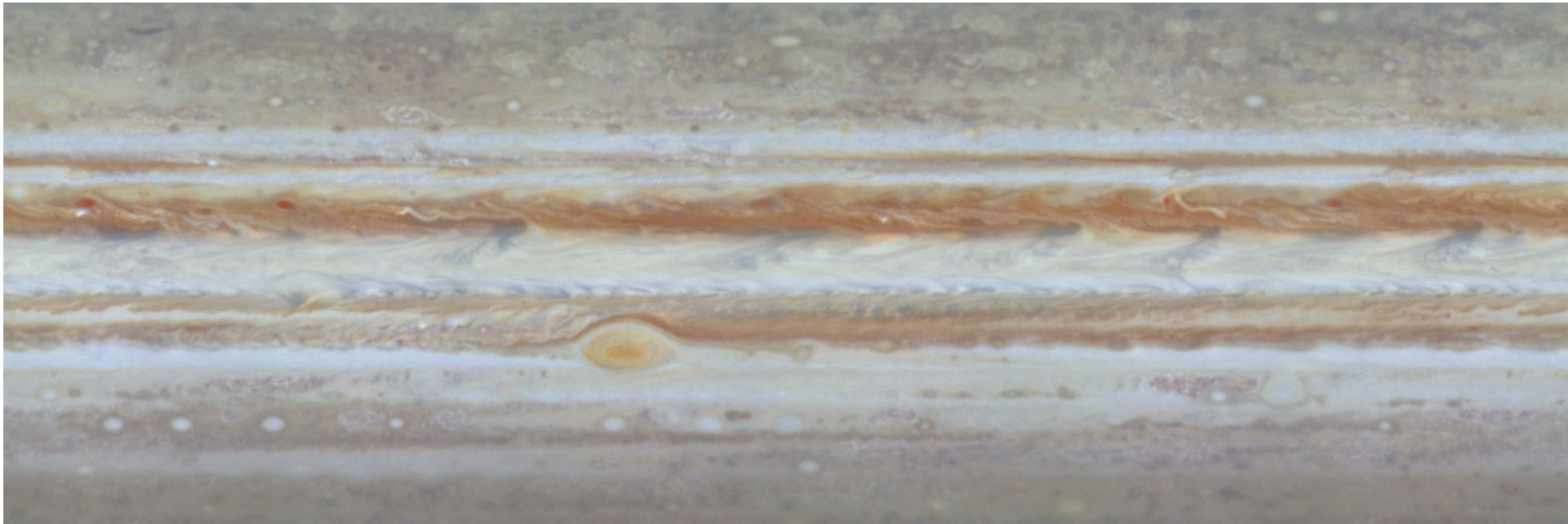
Сжатие планет-гигантов, которое заметно даже на первый взгляд, вызвано их быстрым вращением вокруг оси.

Экваториальные области планет-гигантов вращаются быстрее, чем области, находящиеся ближе к полюсам.

На Юпитере различие периодов вращения на разных широтах составляет около 6 мин, а на Сатурне превышает 20 мин.

Наиболее изученным среди планет-гигантов является Юпитер, на котором даже в небольшой телескоп видны многочисленные темные и светлые полосы, тянущиеся параллельно экватору планеты.

Красновато-коричневый цвет полос объясняется тем, что, помимо кристалликов аммиака, составляющих основу облаков, в них содержатся различные аэрозольные примеси, в частности соединения серы и фосфора.



Зоны, пояса и вихри на Юпитере.

14-кадровая анимация показывает примерно 24 юпитерианских дня, или около 10 земных.

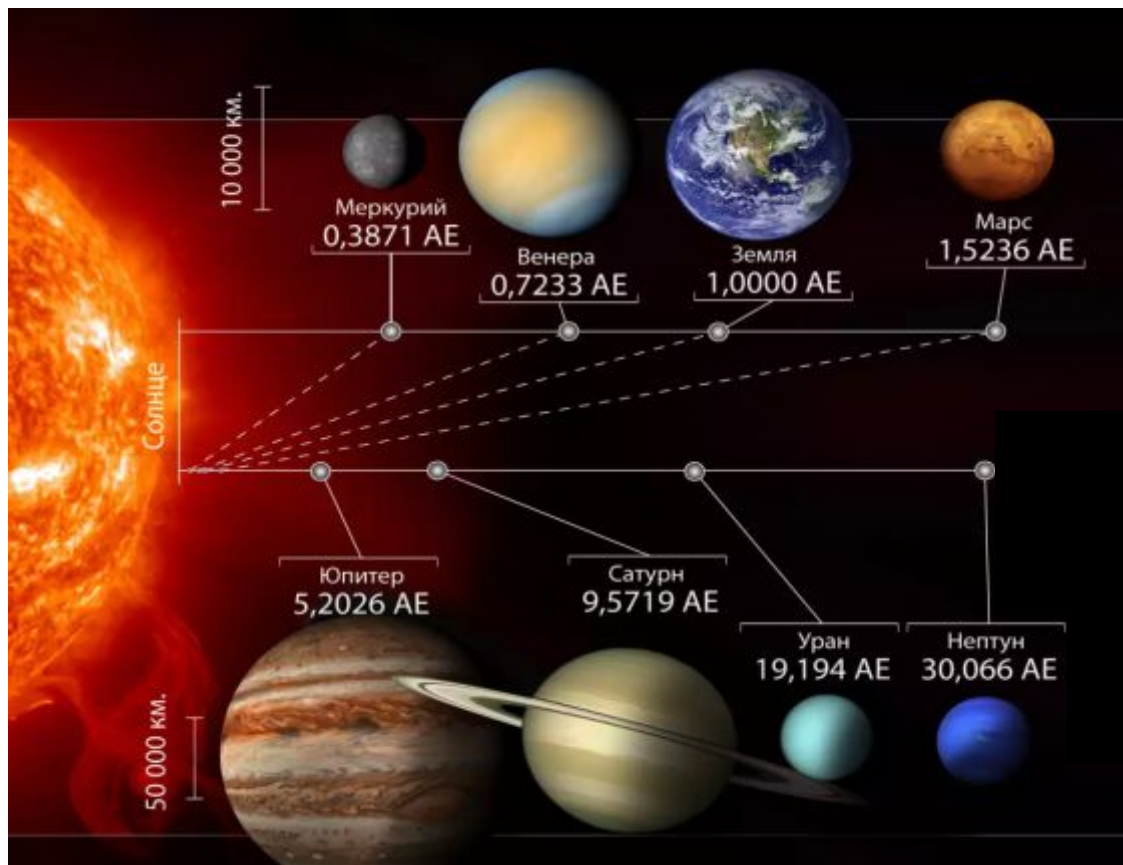


На снимках, полученных космическими аппаратами, видны следы интенсивных атмосферных процессов.

Один из **атмосферных вихрей**, получивший название Большое Красное Пятно, наблюдается на Юпитере уже свыше 350 лет.

Атмосферные течения и **облака** зафиксированы и на других планетах-гигантах, хотя развиты они в меньшей степени, чем на Юпитере.





Условное время полета
от Земли до других
планет Солнечной
системы по прямой
на 01.04.2014



Планеты-гиганты находятся далеко от Солнца, поэтому там очень холодно.

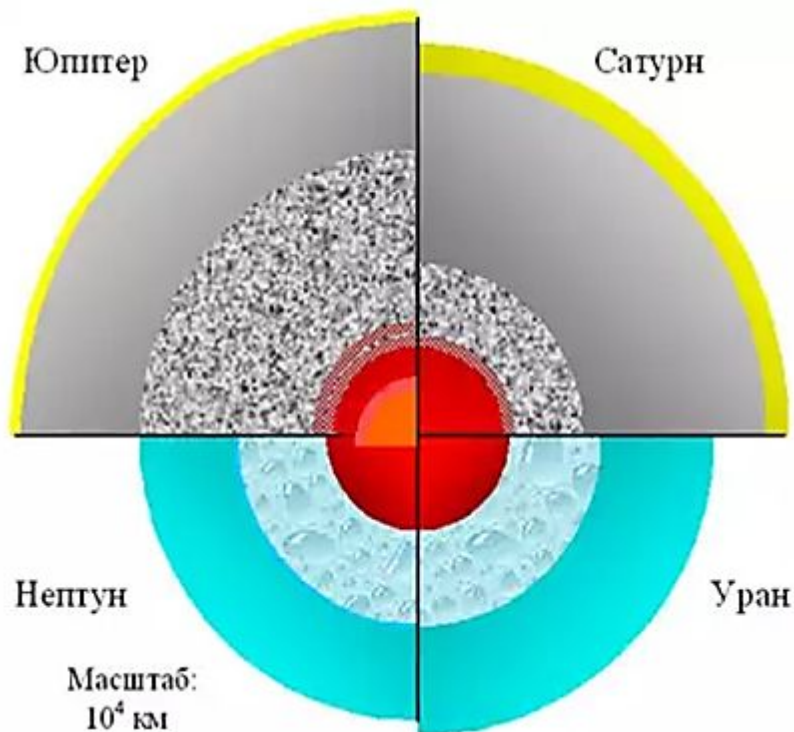
Температура в атмосфере Юпитера на уровне облачного слоя около -140°C , Сатурна – около -180°C , а на Уране и Нептуне она не превышает -210°C .

Такая температура установилась на планетах не только за счет энергии, приходящей от Солнца, но и благодаря потоку энергии из их недр.

На Юпитере, Сатурне и Нептуне поток энергии из недр существенно больше потока солнечной энергии, но на Уране он практически отсутствует.

Согласно модели внутреннего строения планет-гигантов температура в центре Юпитера достигает 30000°C , давление – около $8 \cdot 10^{12}$ Па, а у Нептуна – 7000°C и $6 \cdot 10^{11}$ Па.



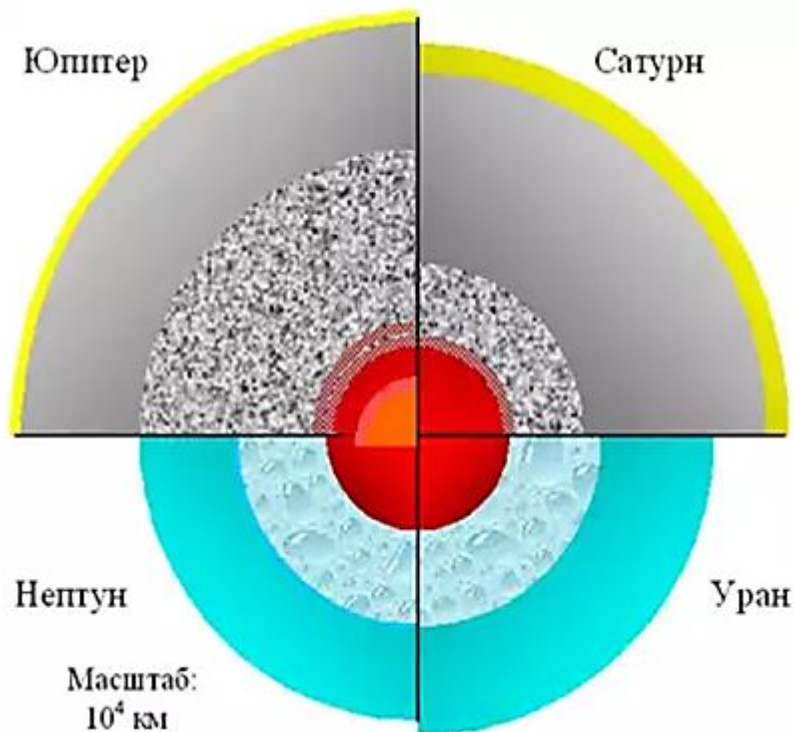


- Внутреннее ядро из тяжелых элементов (Юпитер)
- Внешнее силикатное ядро.
- Оболочка из летучих элементов.
- Оболочка из твердого "металлического" водорода (Юпитер, Сатурн).
- Оболочка из жидкого водорода (Юпитер, Сатурн)
- Ледяная мантия (Уран, Нептун)
- Гидросфера - глобальный водяной океан (Нептун)
- Атмосфера:
 - Юпитера, Сатурна;
 - Урана, Нептуна

Расчеты показывают, что по мере приближения к центру планеты водород вследствие возрастания давления должен переходить из газообразного в **газожидкое состояние** – так называют состояние вещества, при котором сосуществуют его газообразная и жидкая фазы.

Когда при дальнейшем приближении к центру давление в миллионы раз превысит атмосферное давление, существующее на Земле, водород приобретает свойства, характерные для металлов.

В недрах Юпитера **металлический водород** вместе с силикатами и металлами образует ядро, которое по размерам примерно в 1,5 раза, а по массе в 10–15 раз превосходит Землю.



- Внутреннее ядро из тяжелых элементов (Юпитер)
- Внешнее силикатное ядро.
- Оболочка из летучих элементов.
- Оболочка из твердого "металлического" водорода (Юпитер, Сатурн).
- Оболочка из жидкого водорода (Юпитер, Сатурн)
- Ледяная мантия (Уран, Нептун)
- Гидросфера - глобальный водяной океан (Нептун)
- Атмосфера: - Юпитера, Сатурна;
 - Урана, Нептуна

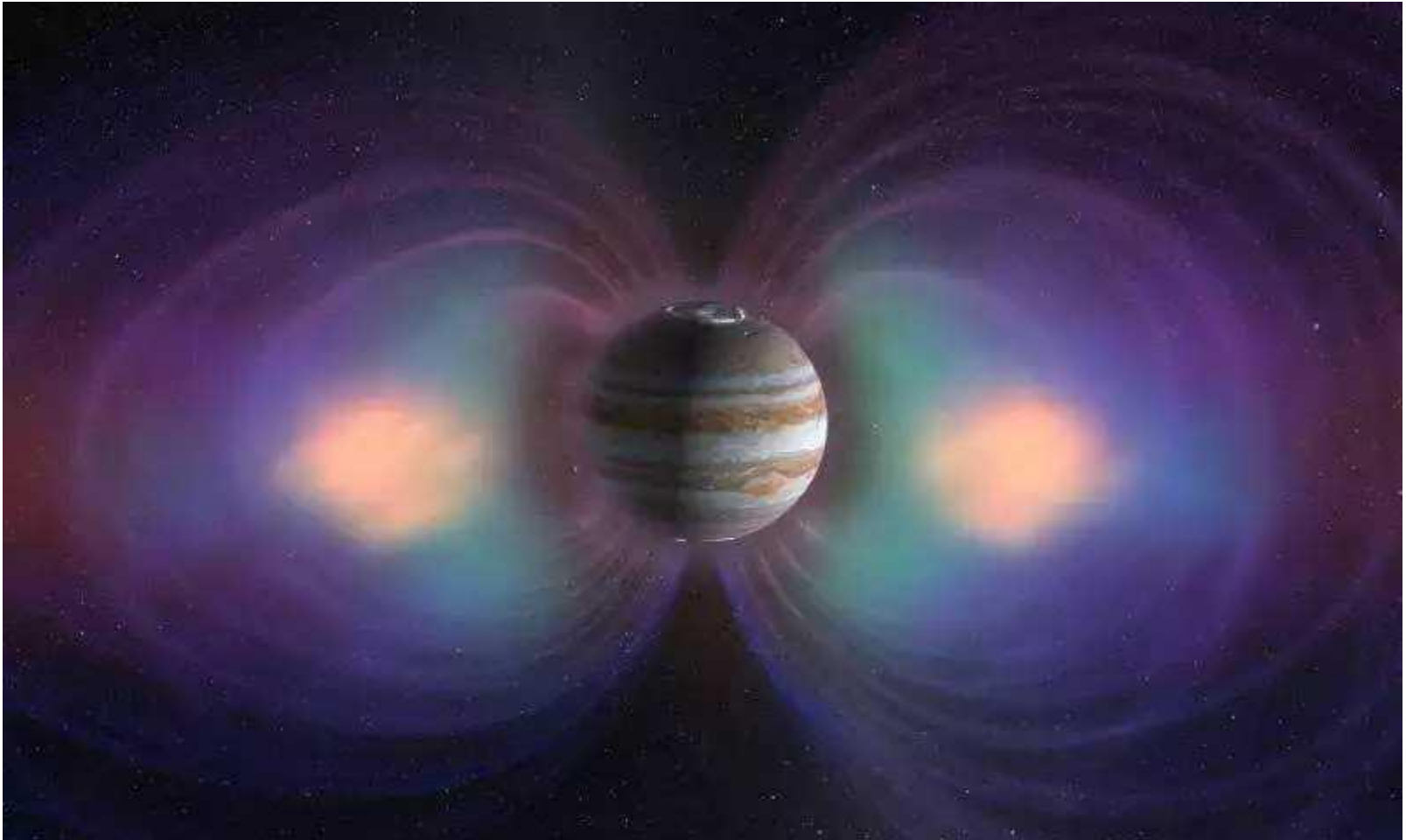
Согласно моделям внутреннего строения Урана и Нептуна над ядром такого же состава должна находиться **мантия**, представляющая собою смесь водяного и аммиачно-метанового льдов.

Расчеты показывают, что даже при температуре в несколько тысяч градусов и высоком давлении смесь воды, метана и аммиака может образовывать **твердые льды**.

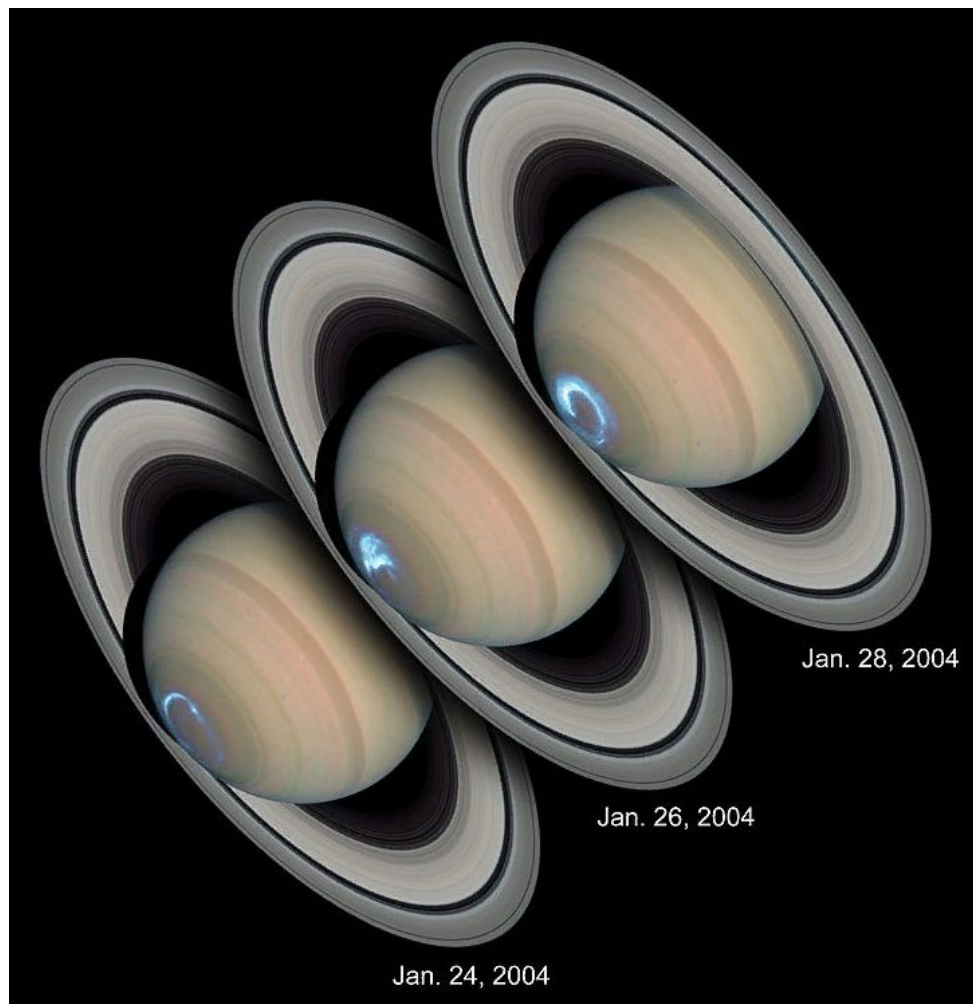
Поэтому эти две планеты иногда называют «ледяными гигантами» в отличие от «горячих гигантов» — Юпитера и Сатурна.

Все планеты-гиганты обладают **магнитным полем**.

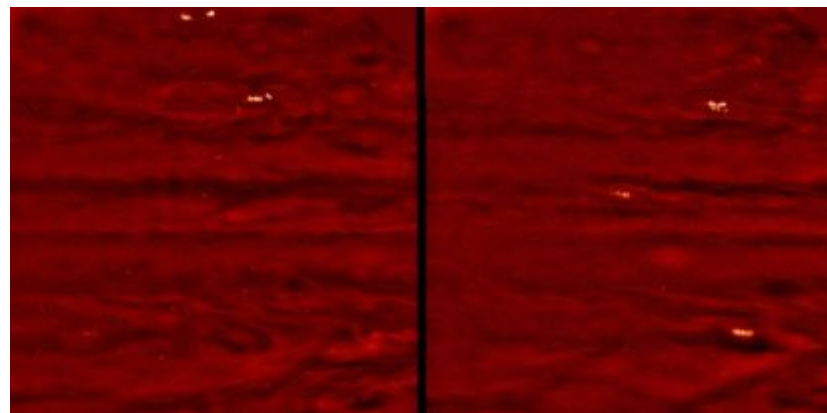
Магнитное поле Юпитера значительно сильнее земного, поэтому его радиационные пояса, подобные земным, значительно их превосходят, а магнитосфера, которая по своим размерам в 10 раз превосходит диаметр Солнца, охватывает четыре крупнейших спутника.



Космические аппараты зарегистрировали в атмосфере Юпитера очень сильные **разряды молний**, а также мощные **полярные сияния** на Юпитере и Сатурне.



Британские астрономы обнаружили в атмосфере Сатурна новый тип полярного сияния, которое образует кольцо вокруг одного из полюсов планеты



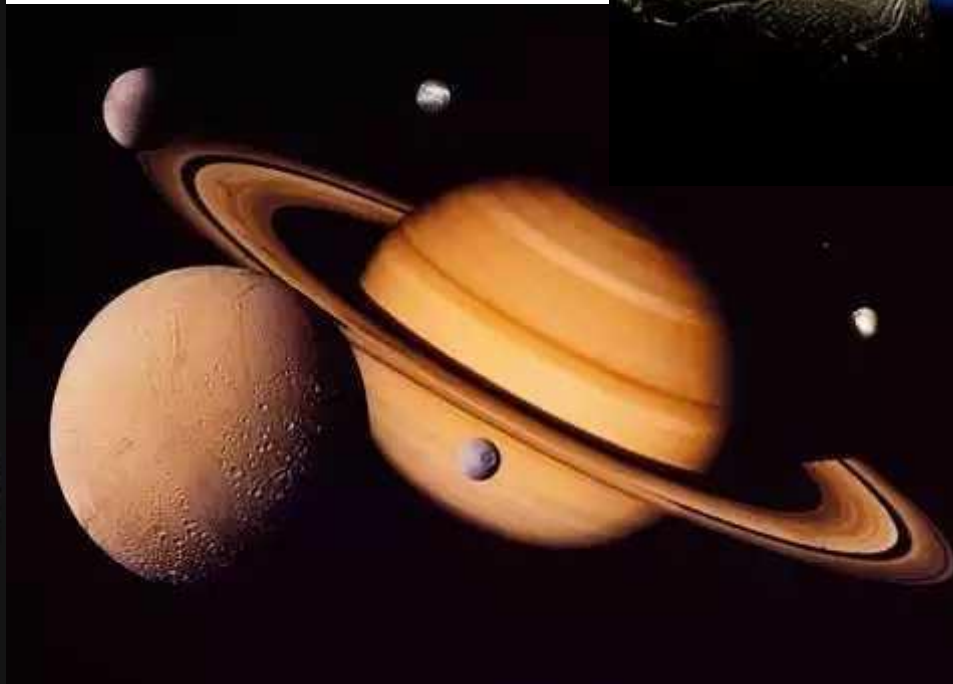
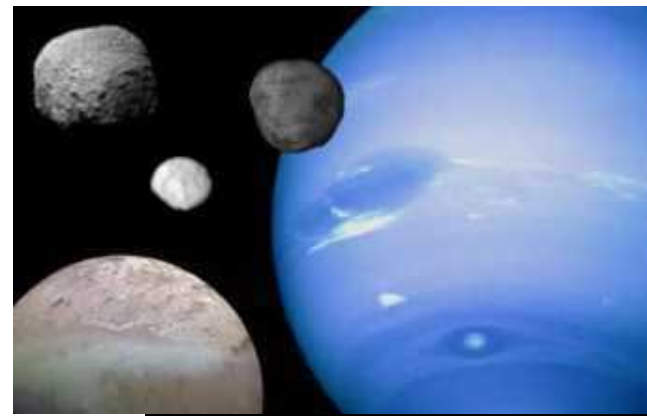
Молнии на ночной стороне Юпитера. Изображение получено космическим аппаратом Галилео в 1997



Астрономы при помощи космического телескопа NASA сфотографировали самое сильное полярное сияние на Юпитере

В условиях, когда водород и гелий на периферии протопланетного облака почти полностью вошли в состав планет-гигантов, их спутники оказались похожими на Луну и планеты земной группы.

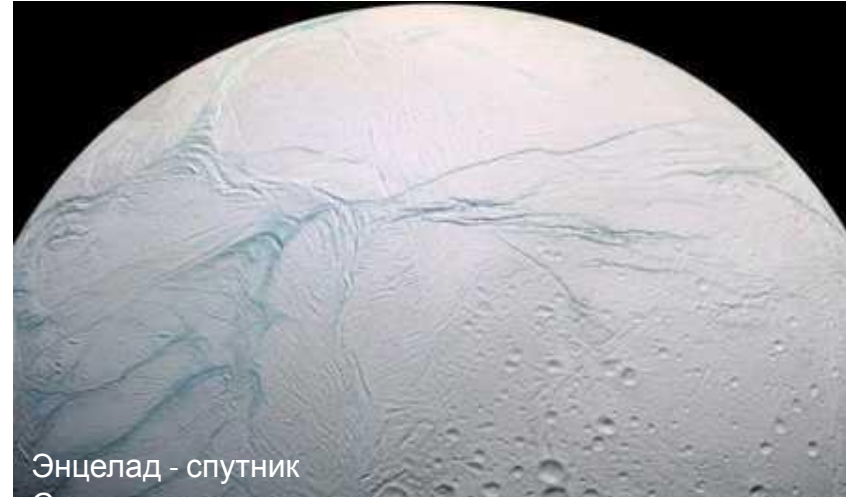
Все эти спутники состоят из тех же веществ, что и планеты земной группы, – силикатов, оксидов и сульфидов металлов и т. д., а также водяного (или водно-аммиачного) льда.



На поверхности многих спутников помимо многочисленных кратеров метеоритного происхождения обнаружены также тектонические разломы и трещины их коры или ледяного покрова.



Каллисто - спутник Юпитера с самым большим числом кратеров

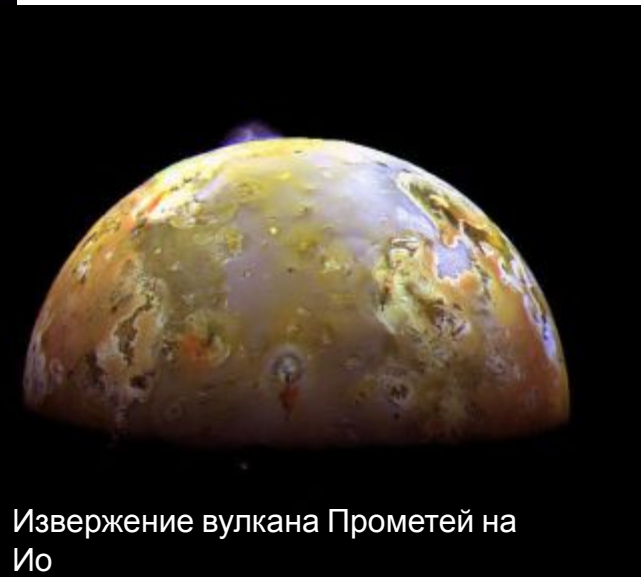
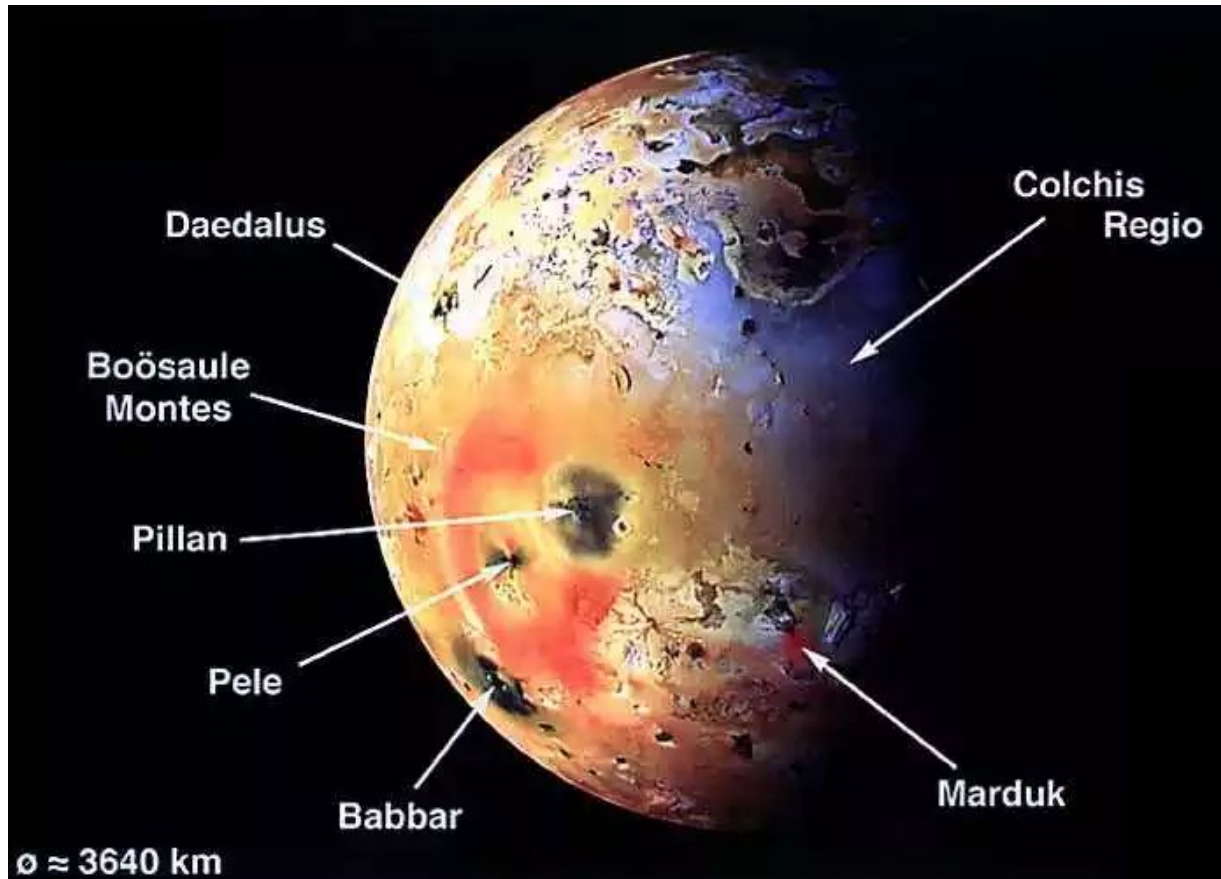


Энцелад - спутник
Сатурна



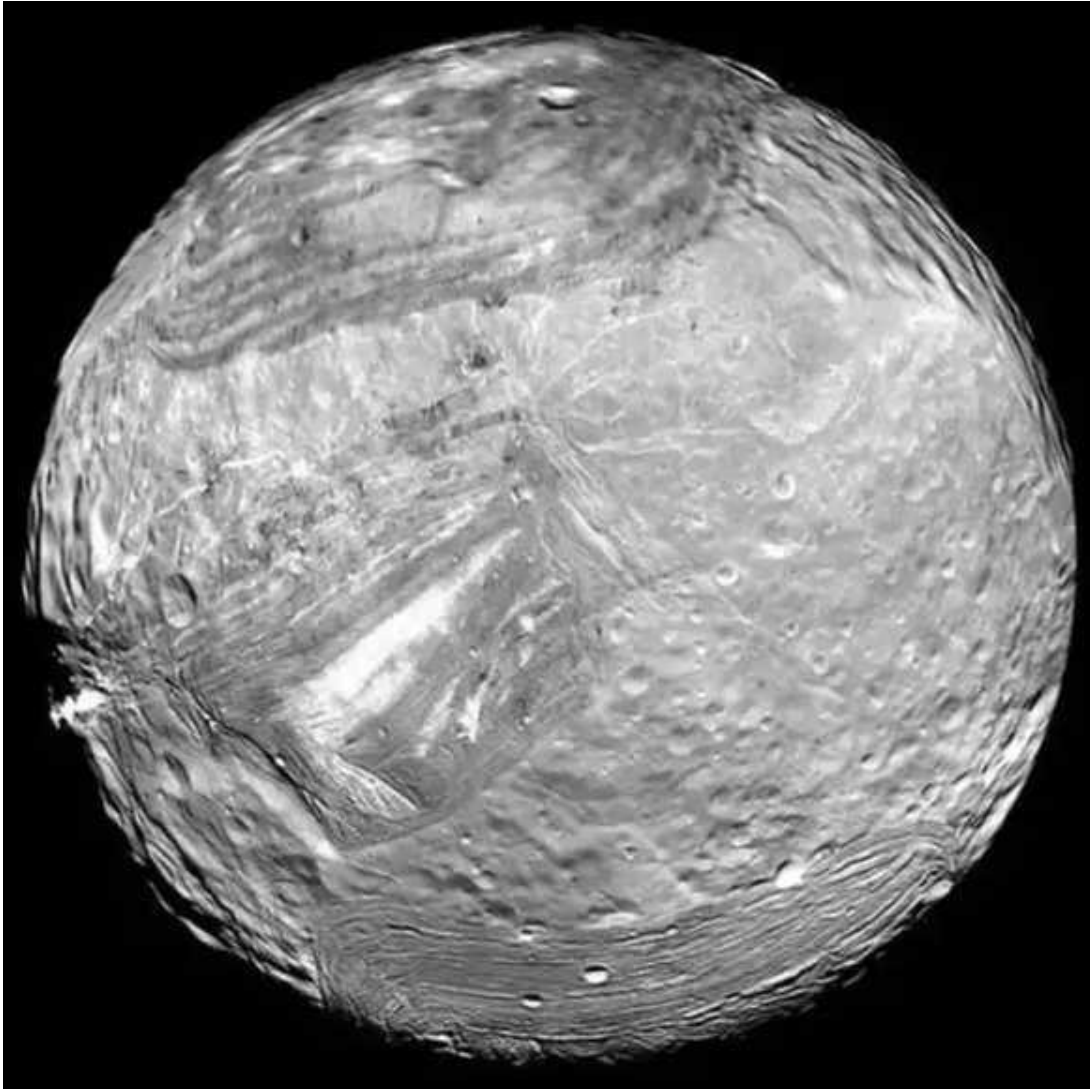
Европа - спутник
Юпитера

На ближайшем к Юпитеру спутнике **Ио** около десятка действующих вулканов. Высота выброса при крупнейшем из этих извержений составила около 300 км. Продолжительность большинства извержений превысила четыре месяца.

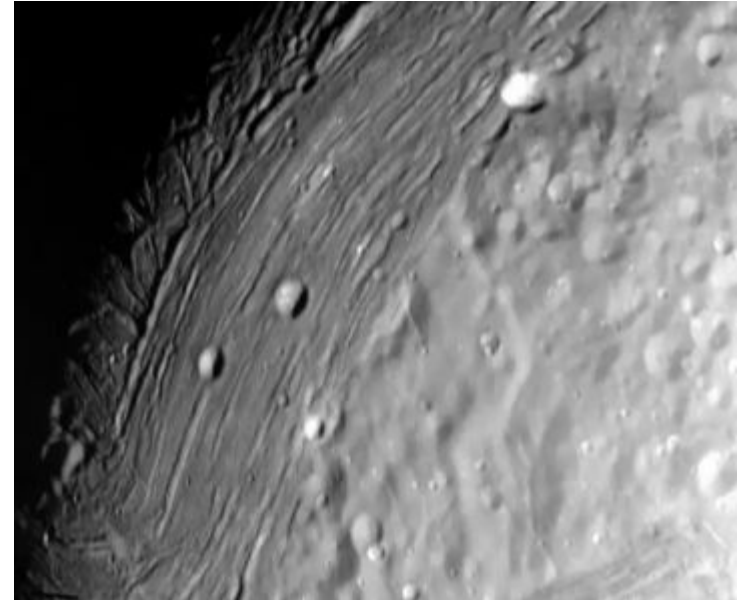


Ио – наиболее вулканически активный объект среди всех тел планетного типа.

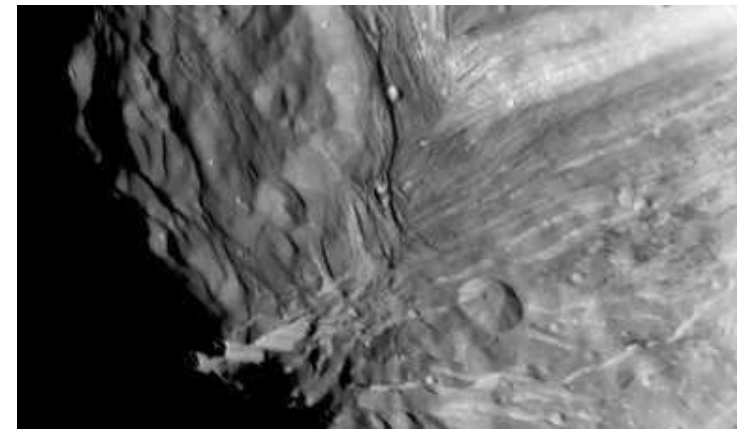
На спутнике Урана – **Миранде** – видны уникальные структуры поверхности.
Их возникновение связано, видимо, с мощными ударными процессами,
которые могли привести к разрушению спутника.



Миранда – спутник Урана

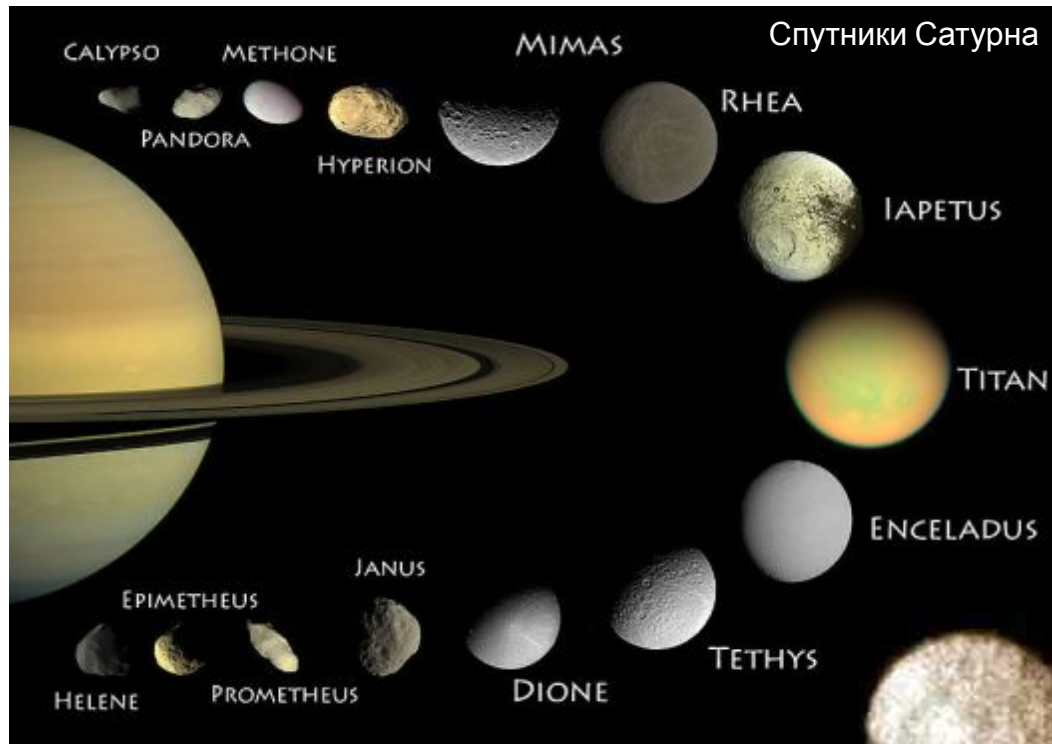


Миранда с расстояния 147 000 км



Снимок Миранды Вояджером-2 (24.01.1986)

Многие спутники планет-гигантов имеют небольшие размеры и неправильную форму.





Титан

Атмосфера, состоящая в основном из азота, обнаружена у **Титана** (диаметр около 5000 км) – самого большого среди спутников Сатурна – и **Тритона**, который имеет диаметр примерно 2700 км и является наиболее крупным спутником Нептуна.



Тритон

По плотности и давлению у поверхности атмосфера Титана превосходит земную.



Ганимед

На **Тритоне** и крупнейшем среди спутников Юпитера – **Ганимеде**, диаметр которого превышает 5000 км, замечены ледяные полярные шапки .



Тритон



Титан

Особенно интересные результаты были получены в ходе продолжавшихся несколько лет исследований Титана автоматической станцией «Гюйгенс», совершившей посадку на его поверхность 14 января 2005 года.

На Титане практически полностью отсутствуют метеоритные кратеры.

Основной компонент атмосферы на Земле и Титане одинаков – азот.

Такой атмосферы пока не обнаружено больше ни на одном другом объекте в Солнечной системе.



Зонд на поверхности Титана.
Художественная концепция НАСА-ECA

Титан – второе после Земли небесное тело, на поверхности которого обнаружены крупные стабильные резервуары жидкости – озера и моря.

Внешне они напоминают водоемы на земном шаре, но заполнены жидким метаном.



Поверхность Титана. Художественная концепция (НАСА-ESA)

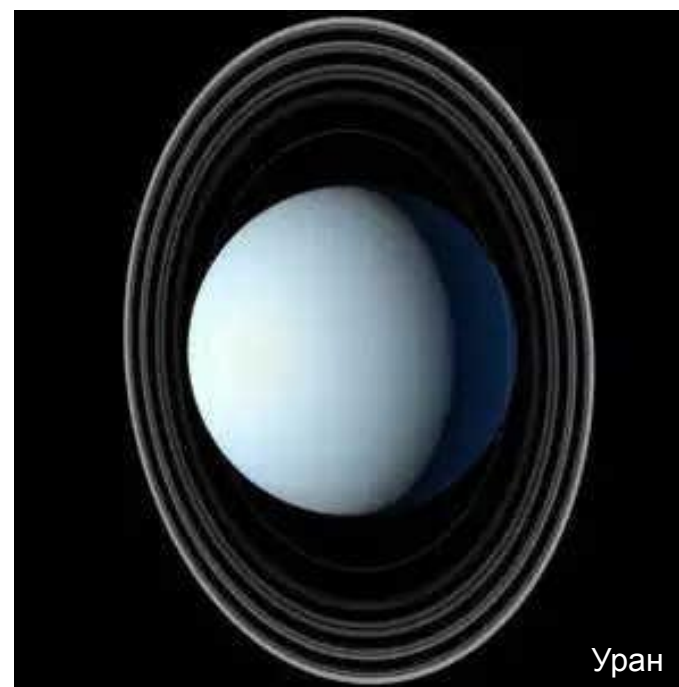
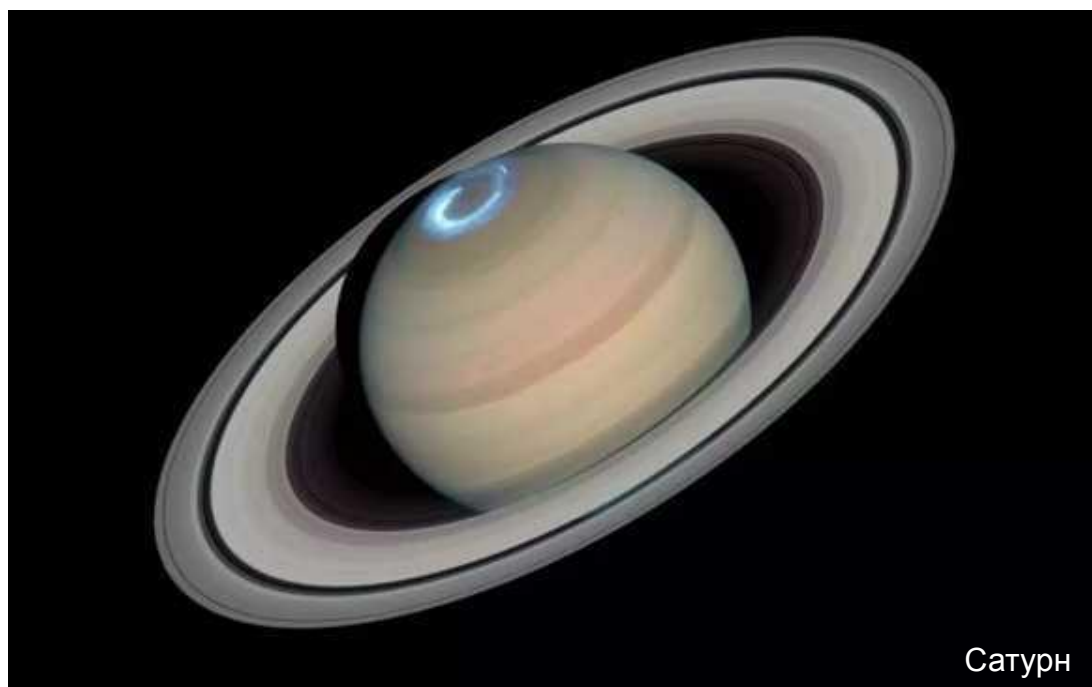
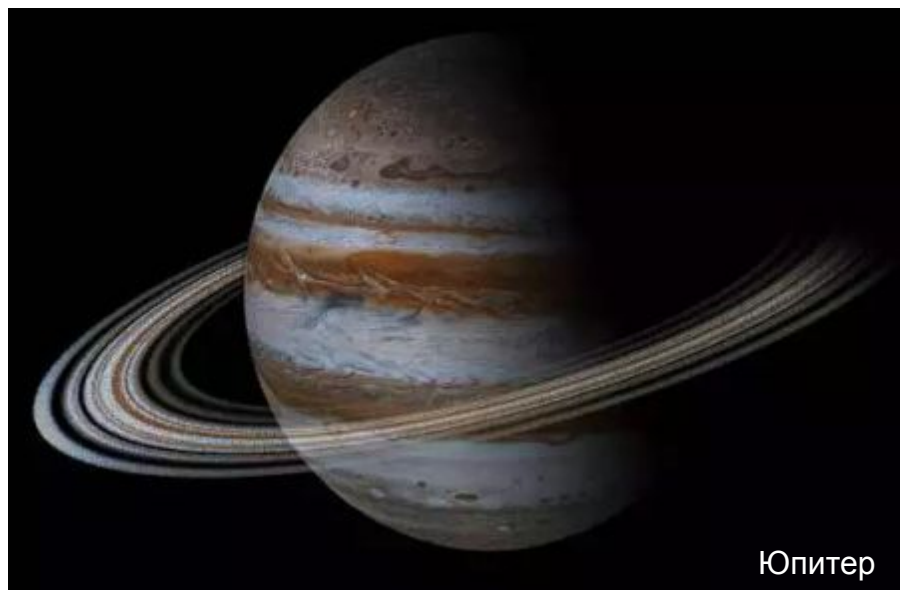


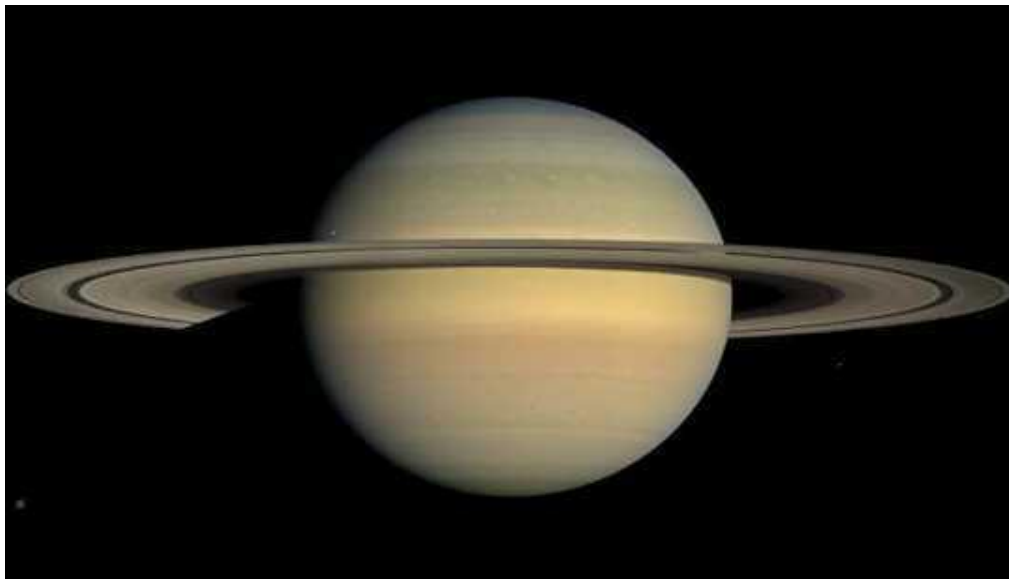
Фотография поверхности Титана, сделанная при спуске зонда "Гюйгенс"



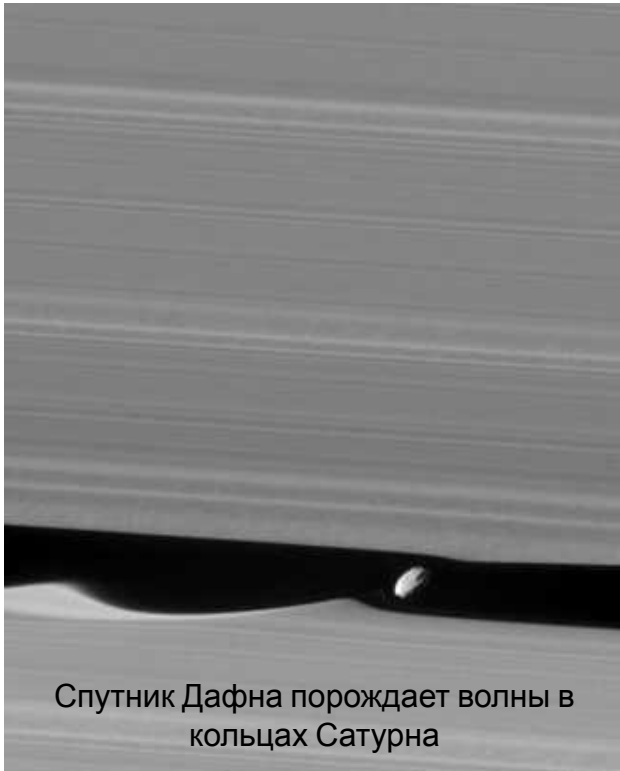
Поверхность Титана. Художественная концепция (НАСА-ESA)

Кроме множества спутников, все планеты-гиганты имеют кольца

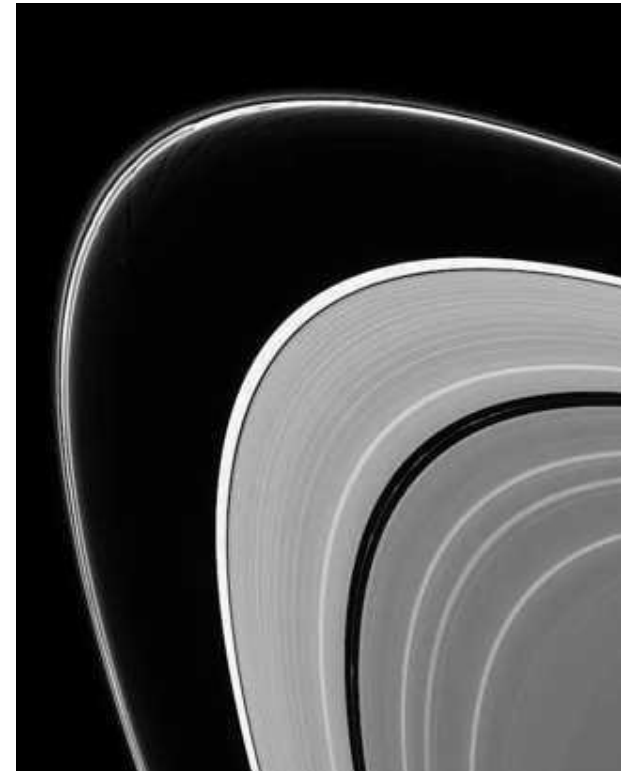
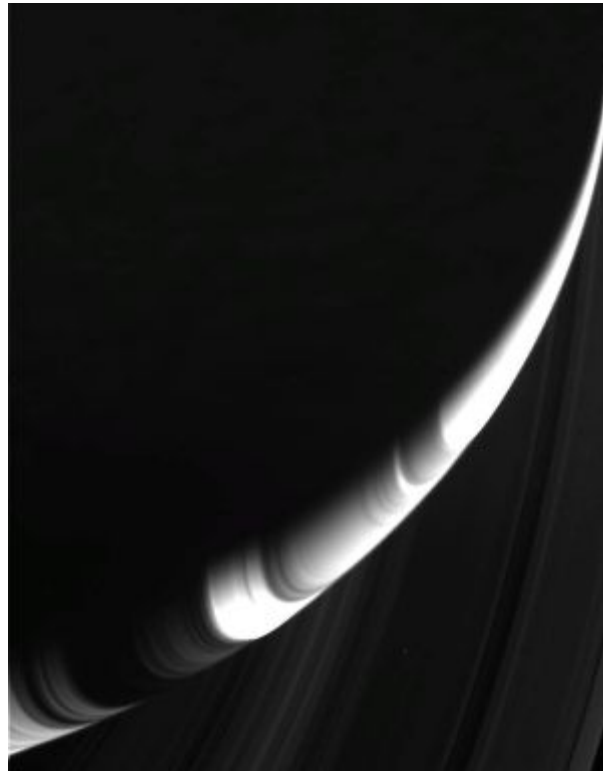




Кольца Сатурна представляют собой скопления небольших по размеру тел, крупных и мелких кусков, которые обращаются вокруг планеты по почти круговым орбитам.



Спутник Дафна порождает волны в кольцах Сатурна





Кольца всех остальных планет-гигантов значительно уступают по размерам и яркости кольцам Сатурна.

На снимках заметно, что в кольцах Нептуна вещество распределено неравномерно и образует отдельные сгущения – **арки**.



Вероятнее всего, кольца планет-гигантов образовались из вещества существовавших прежде спутников, которые затем разрушились под действием приливных сил и при столкновениях между собой.

Таким образом, мы наблюдаем определенный этап эволюционного процесса, который происходит в течение уже нескольких миллиардов лет.

Вопросы (с.114)

1. Чем объясняется наличие у Юпитера и Сатурна плотных и протяженных атмосфер?
2. Почему атмосферы планет-гигантов отличаются по химическому составу от атмосфер планет земной группы?
3. Каковы особенности внутреннего строения планет-гигантов?
4. Какие формы рельефа характерны для поверхности большинства спутников планет?
5. Каковы по своему строению кольца планет-гигантов?
6. Какое уникальное явление обнаружено на спутнике Юпитера Ио?
7. Какие физические процессы лежат в основе образования облаков на различных планетах?
- 8*. Почему планеты-гиганты по своей массе во много раз больше, чем планеты земной группы?