



ПЛАНЕТЫ ГИГАНТЫ, ИХ СПУТНИКИ И КОЛЬЦА

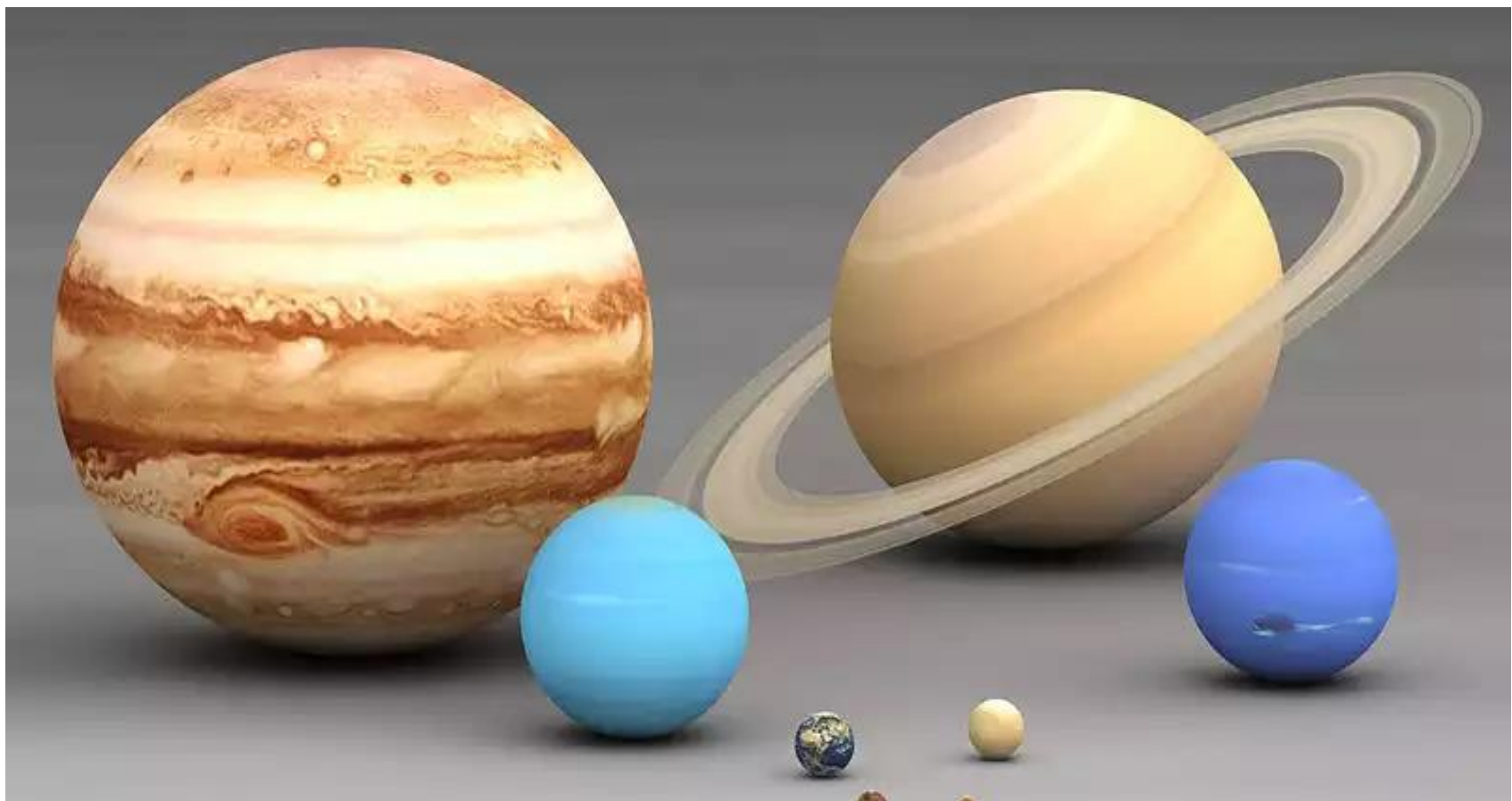
10-11 класс
УМК Б.А.Воронцова-Вельяминова

Общность характеристик планет- гигантов

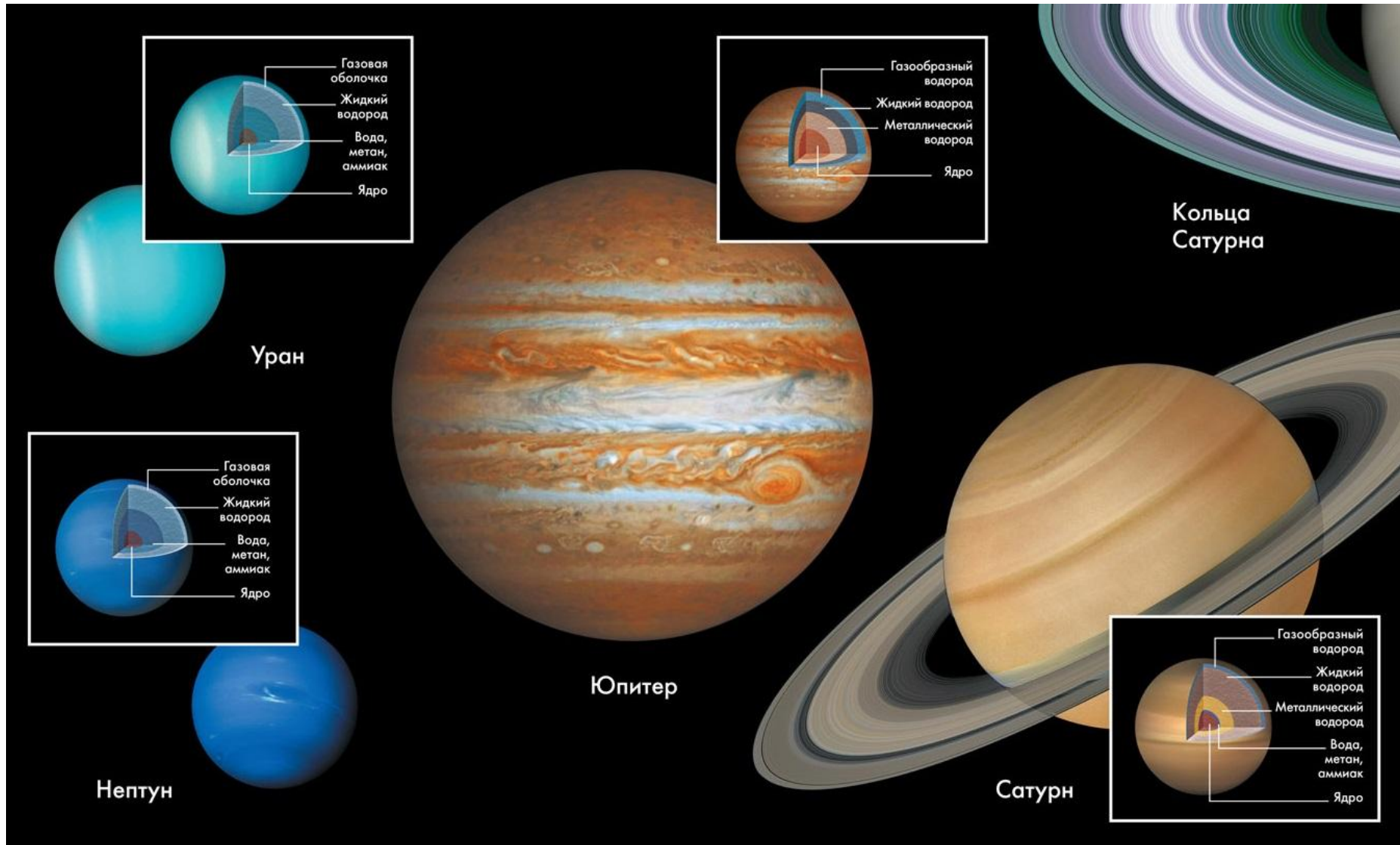


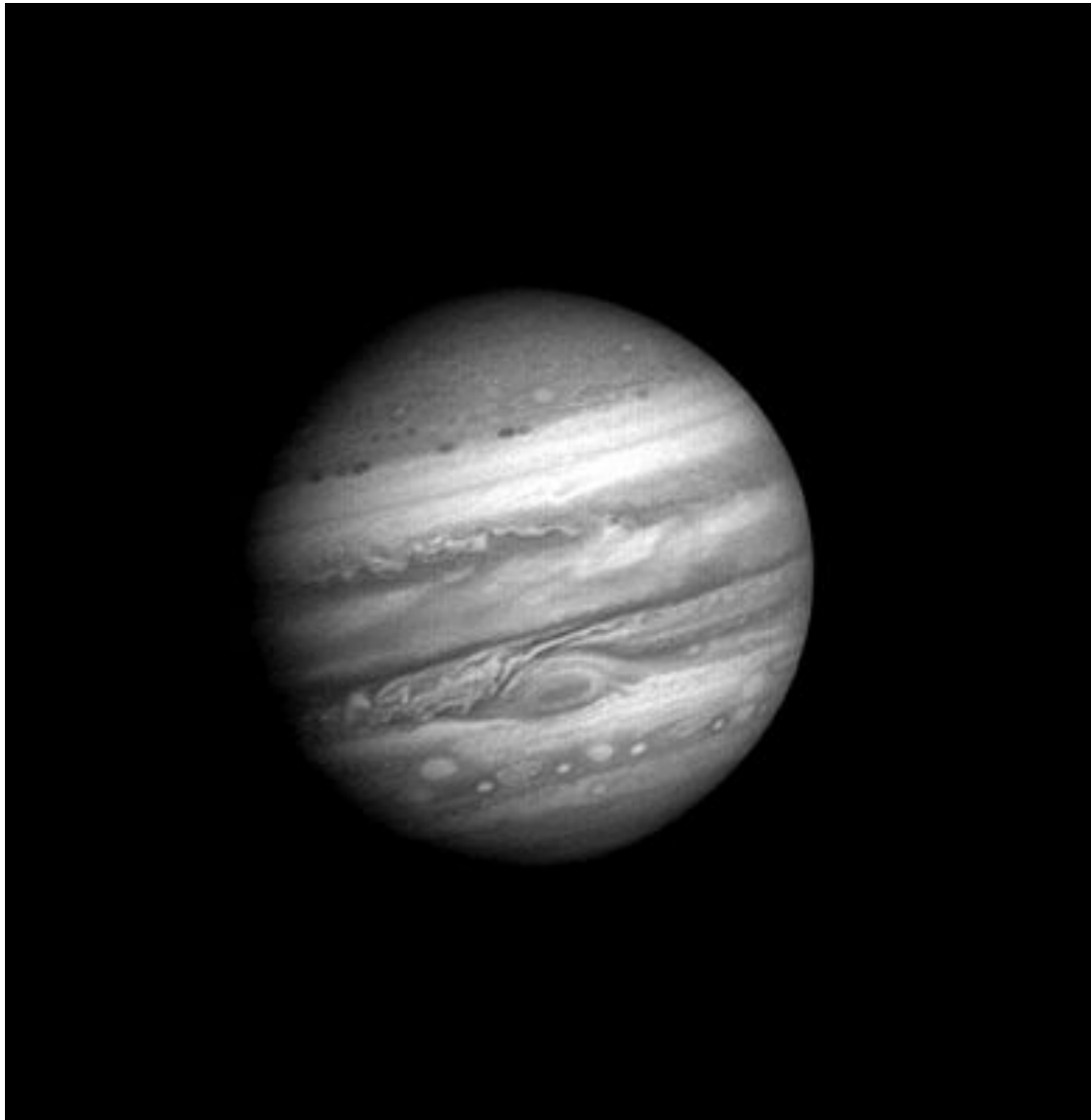
Любая из планет-гигантов, состоящих преимущественно из водорода и гелия, превосходит по массе все планеты земной группы, вместе взятые.

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

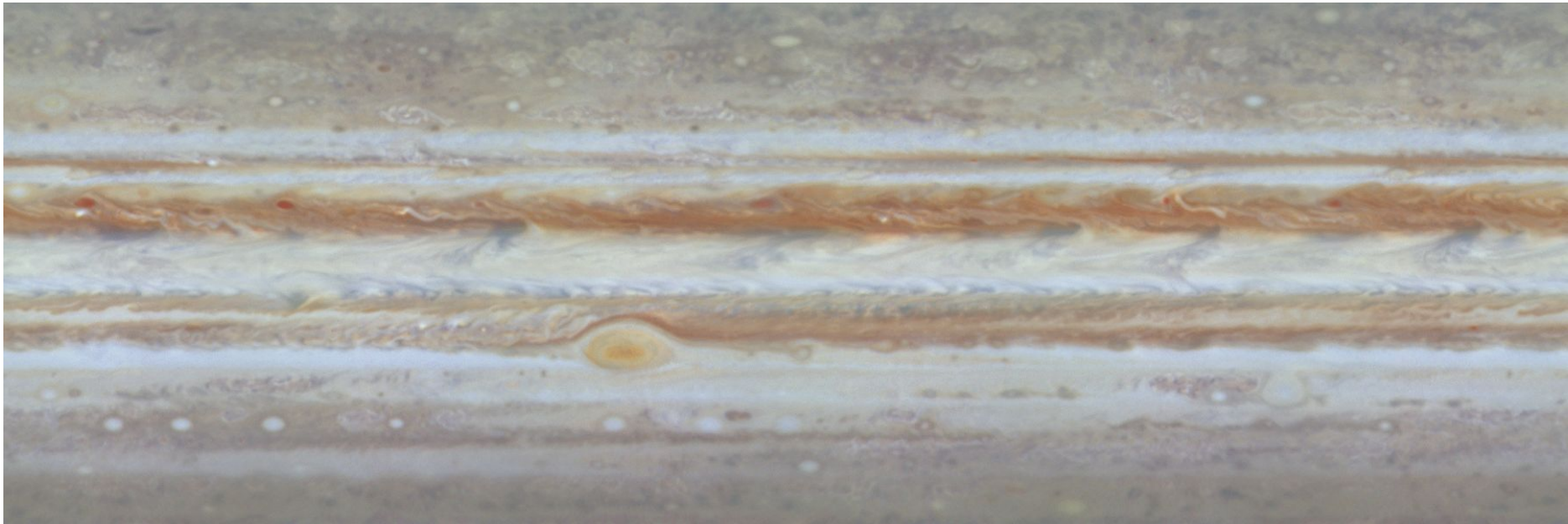
Сжатие планет-гигантов, которое заметно даже на первый взгляд, вызвано их быстрым вращением вокруг оси.

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.

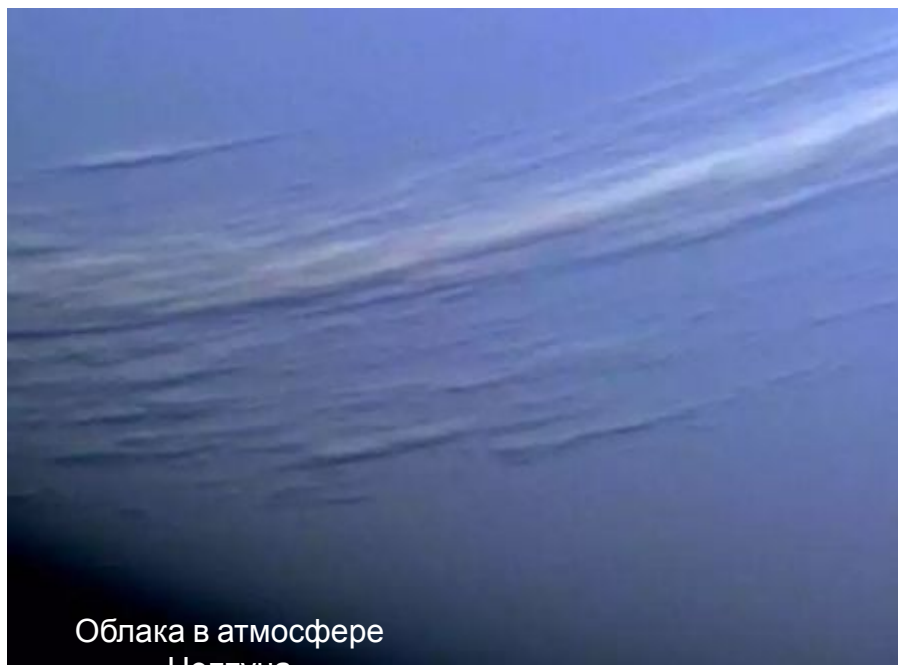


Сравнение размеров
Большого Красного Пятна и Земли

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.

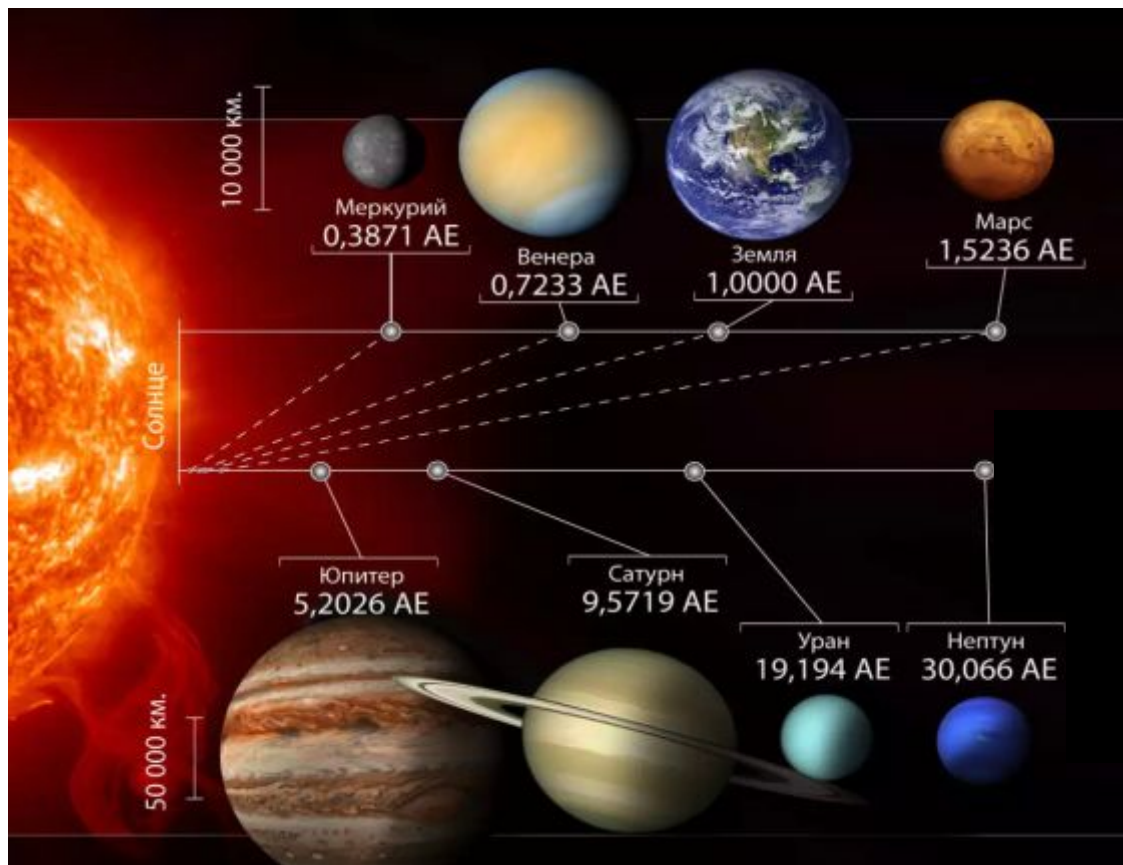
Атмосферные течения и **облака** зафиксированы и на других планетах-гигантах, хотя развиты они в меньшей степени, чем на Юпитере.



Облака в атмосфере
Нептуна



Шторм на
Сатурне



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



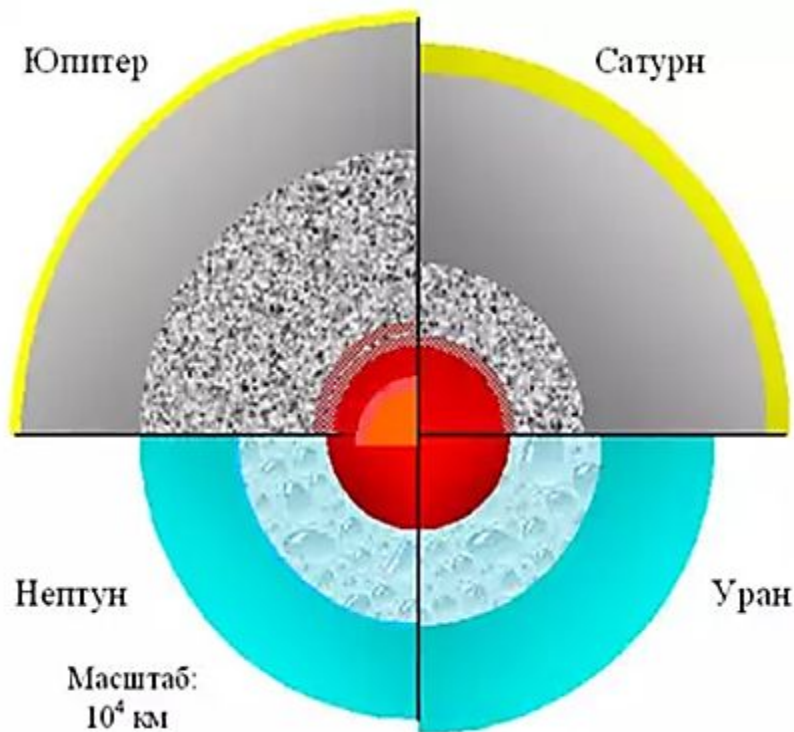
Планеты-гиганты находятся далеко от Солнца, поэтому там очень холодно. Температура в атмосфере Юпитера на уровне облачного слоя около -140°C , Сатурна – около -180°C , а на Уране и Нептуне она не превышает -210°C .

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.



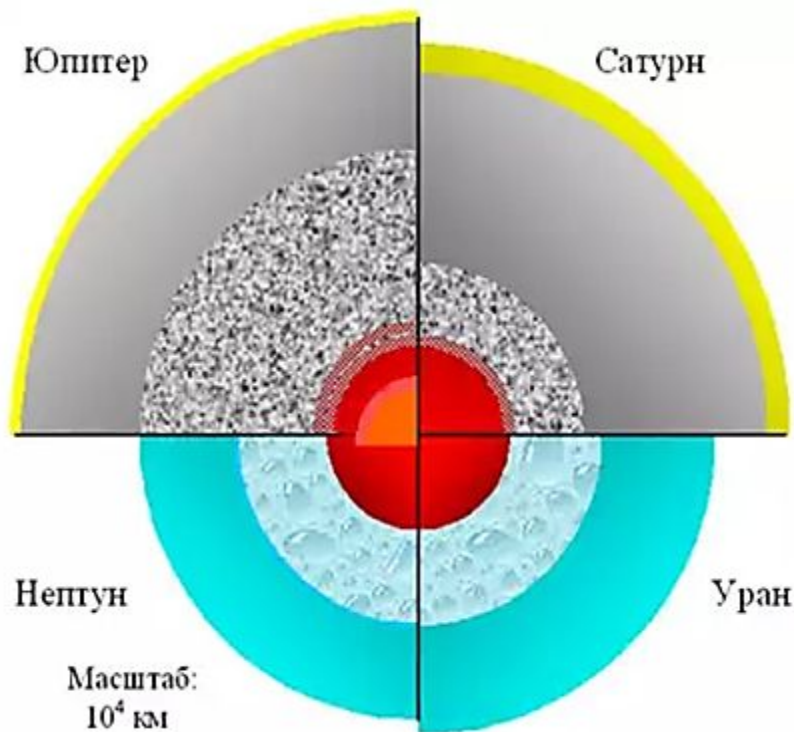


- Внутреннее ядро из тяжелых элементов (Юпитер)
- Внешнее силикатное ядро.
- Оболочка из летучих элементов.
- Оболочка из твердого "металлического" водорода (Юпитер, Сатурн).
- Оболочка из жидкого водорода (Юпитер, Сатурн)
- Ледяная мантия (Уран, Нептун)
- Гидросфера - глобальный водяной океан (Нептун)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

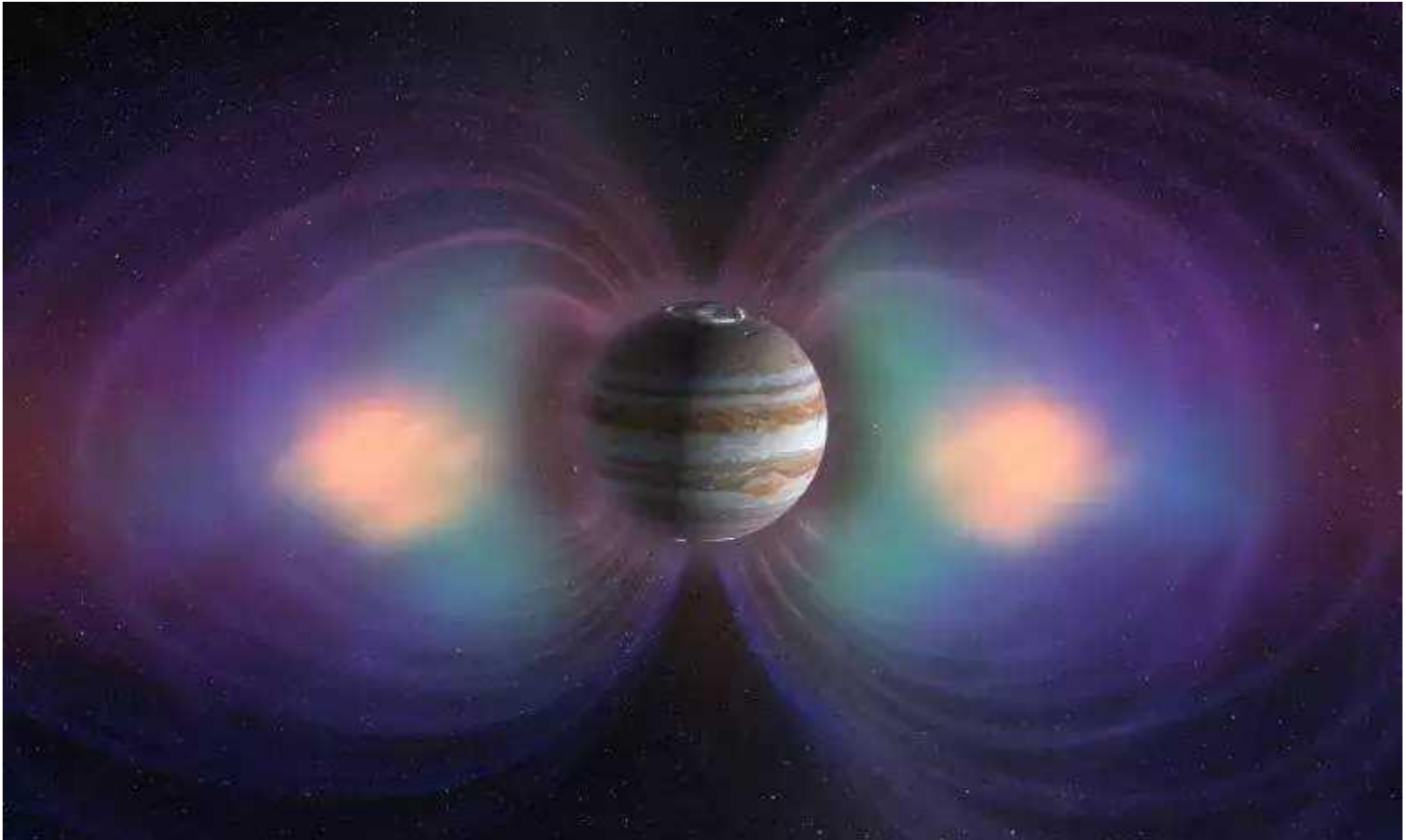
Согласно моделям внутреннего строения Урана и Нептуна над ядром такого же состава должна находиться **мантия**, представляющая собою смесь водяного и аммиачно-метанового льдов.

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

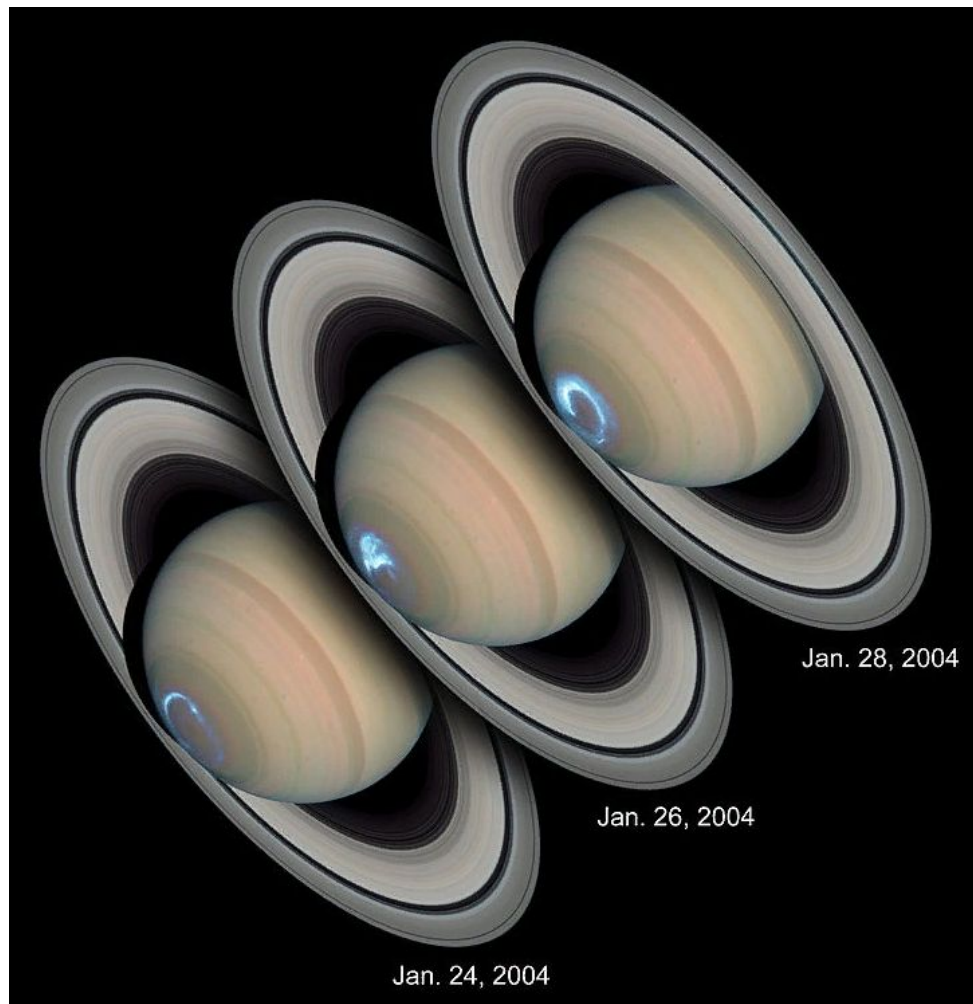
Поэтому эти две планеты иногда называют «ледяными гигантами» в отличие от «горячих гигантов» — Юпитера и Сатурна.

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

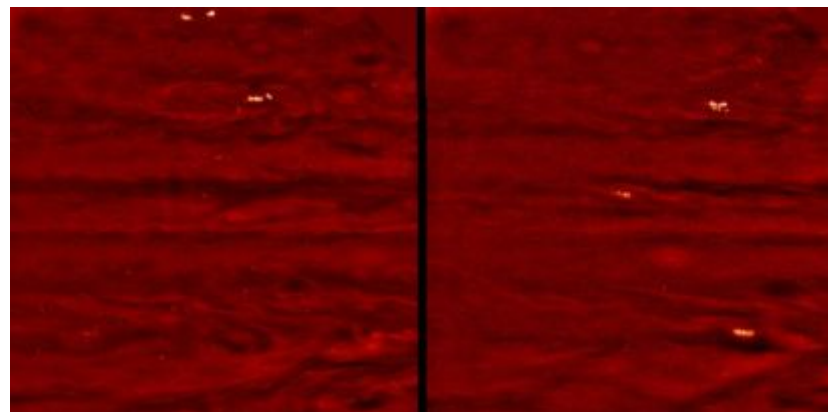
Магнитное поле Юпитера значительно сильнее земного, поэтому его радиационные пояса, подобные земным, значительно их превосходят, а магнитосфера, которая по своим размерам в 10 раз превосходит диаметр Солнца, охватывает четыре крупнейших спутника.



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

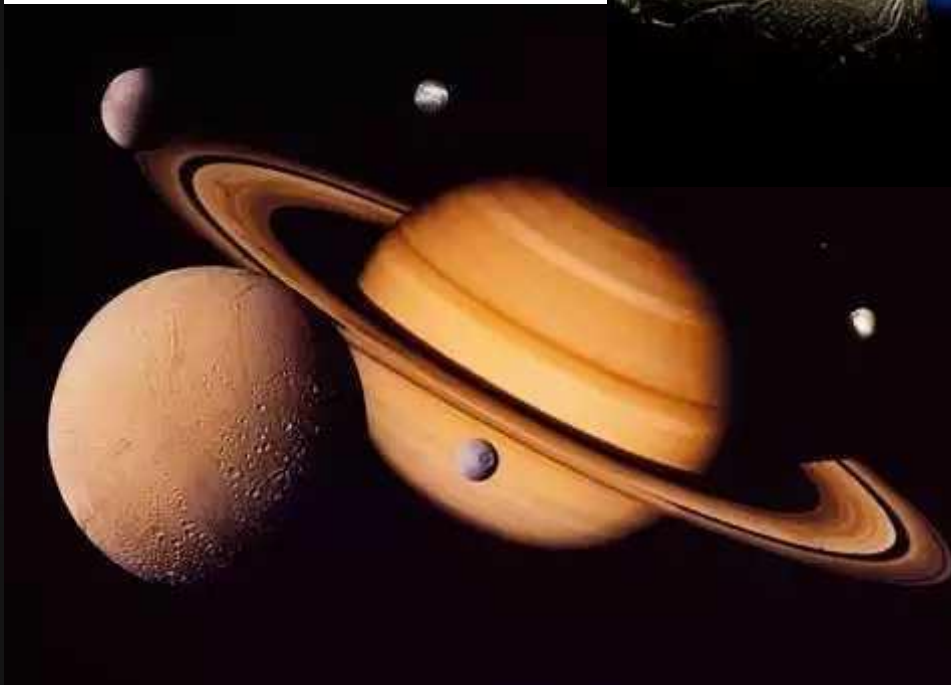
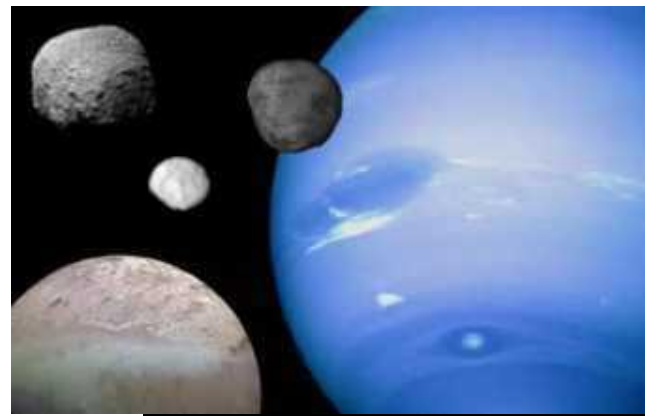


Астрономы при помощи космического телескопа NASA сфотографировали самое сильное полярное сияние на Юпитере

Спутники и кольца планет-гигантов

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.

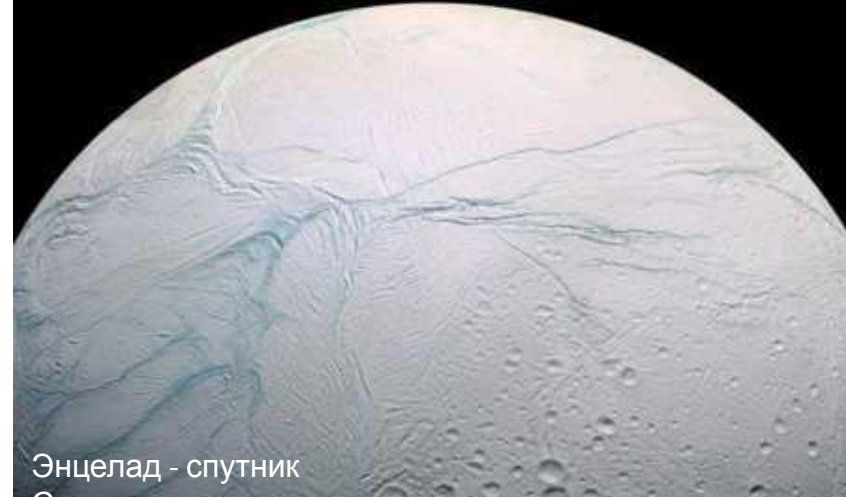
Все эти спутники состоят из тех же веществ, что и планеты земной группы, – силикатов, оксидов и сульфидов металлов и т. д., а также водяного (или водно-аммиачного) льда.



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

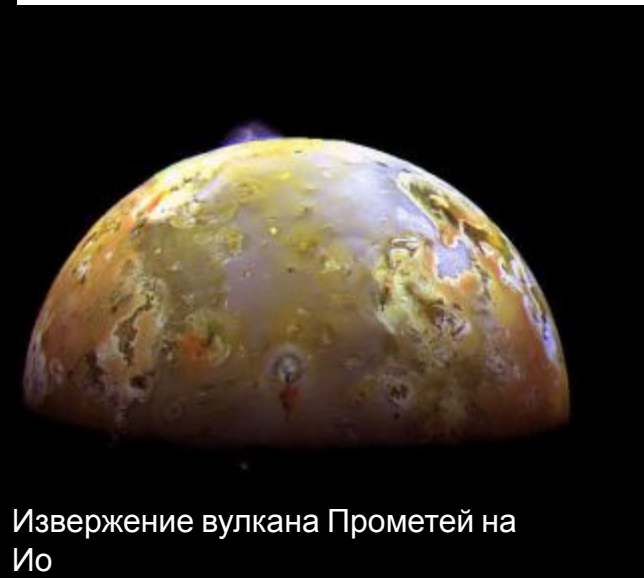
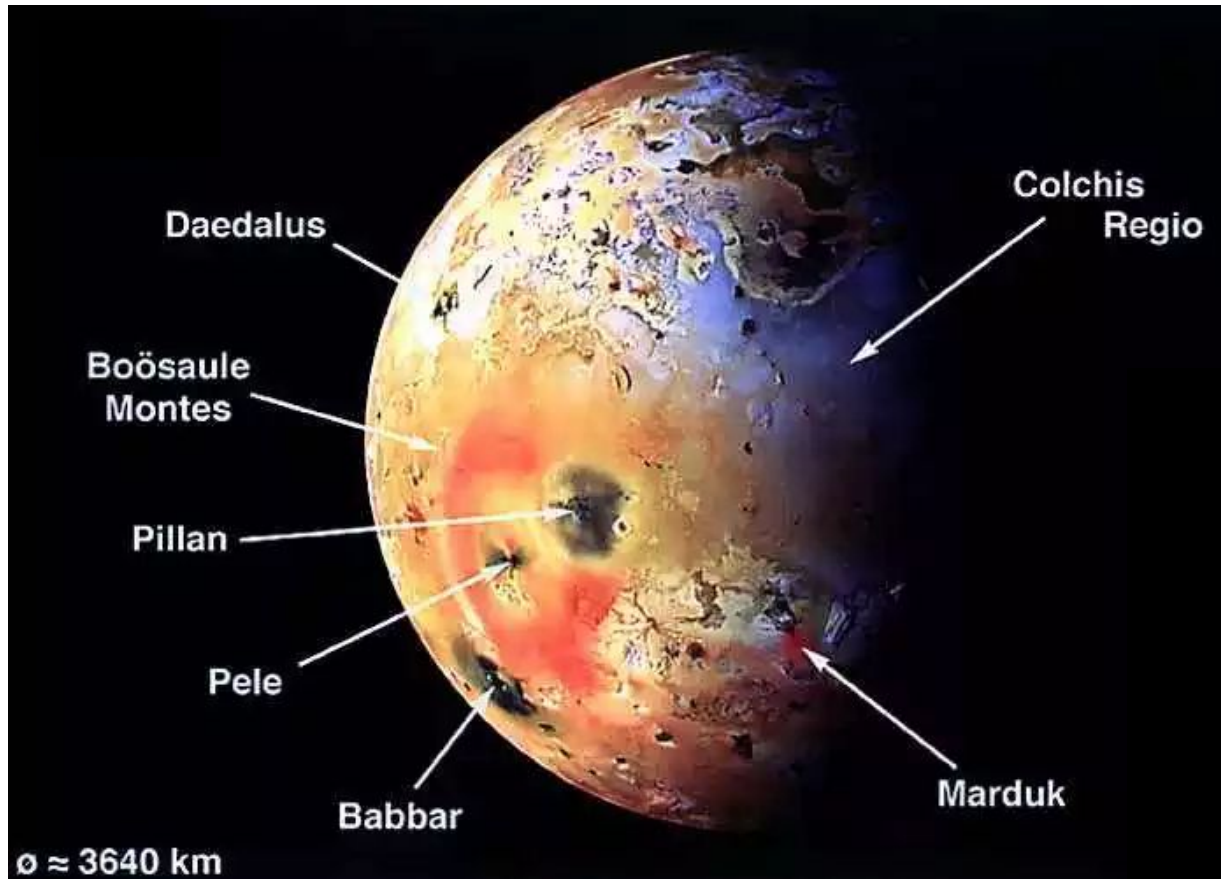


Энцелад - спутник
Сатурна



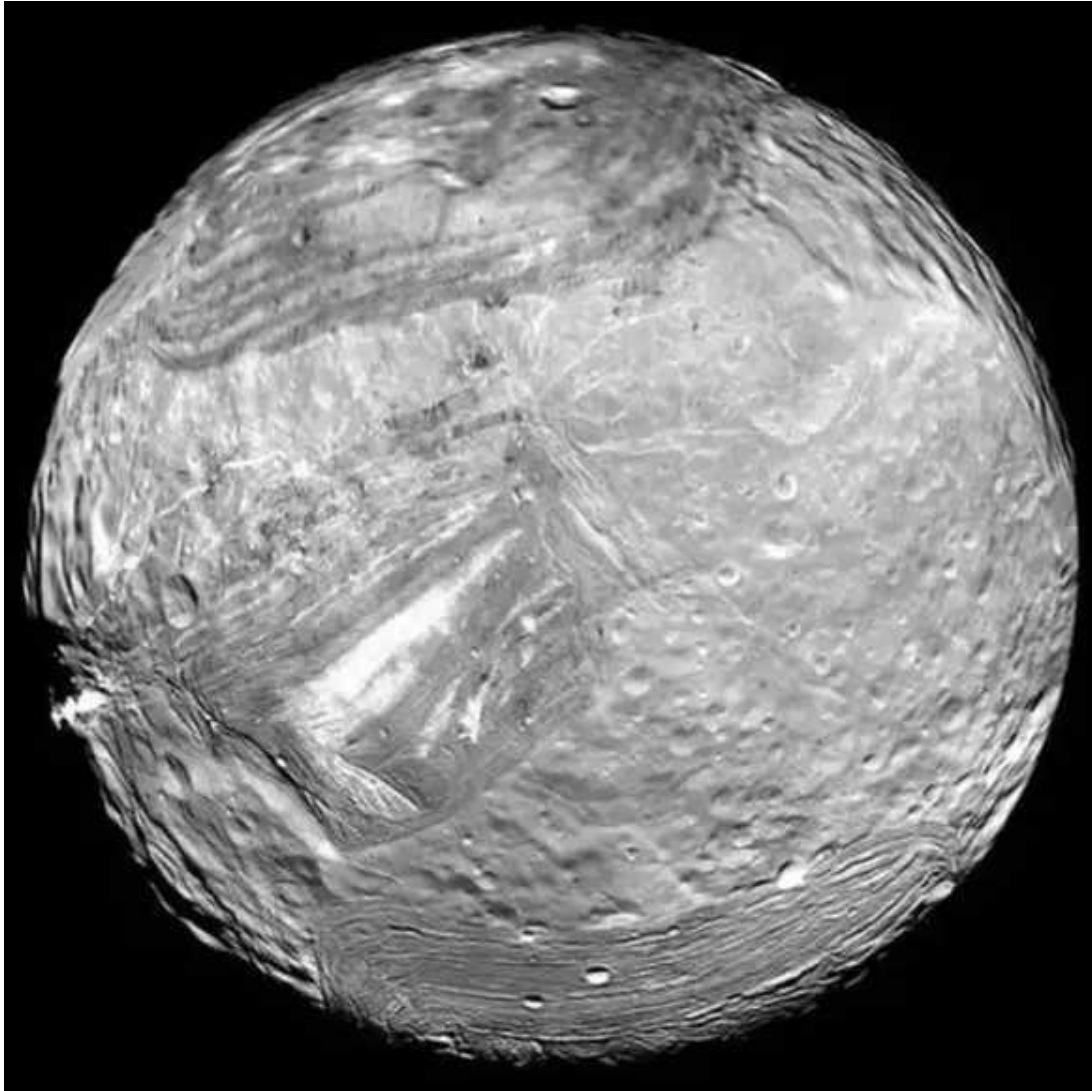
Европа - спутник
Юпитера

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.

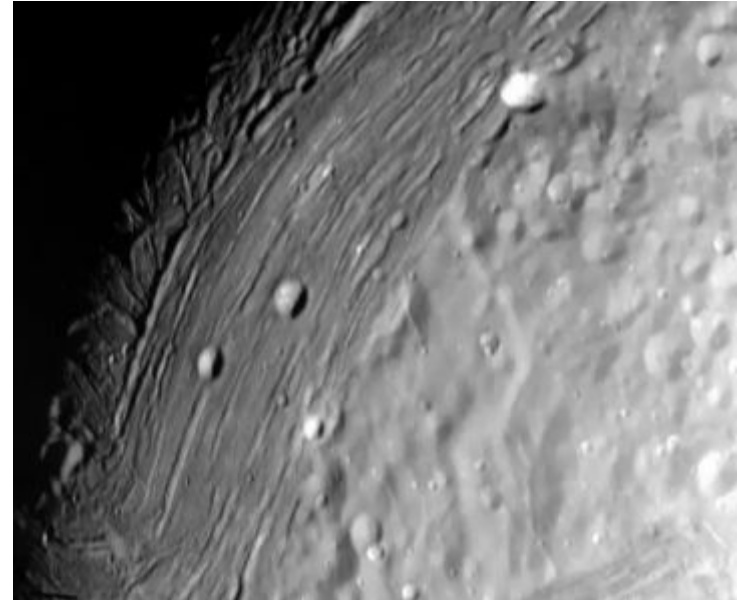


Ио – наиболее вулканически активный объект среди всех тел планетного типа.

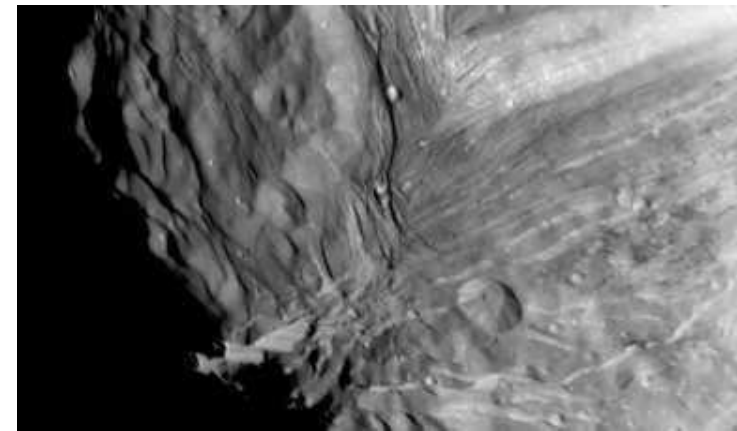
На спутнике Урана – **Миранде** – видны уникальные структуры поверхности.
Их возникновение связано, видимо, с мощными ударными процессами,
которые могли привести к разрушению спутника.



Миранда – спутник Урана

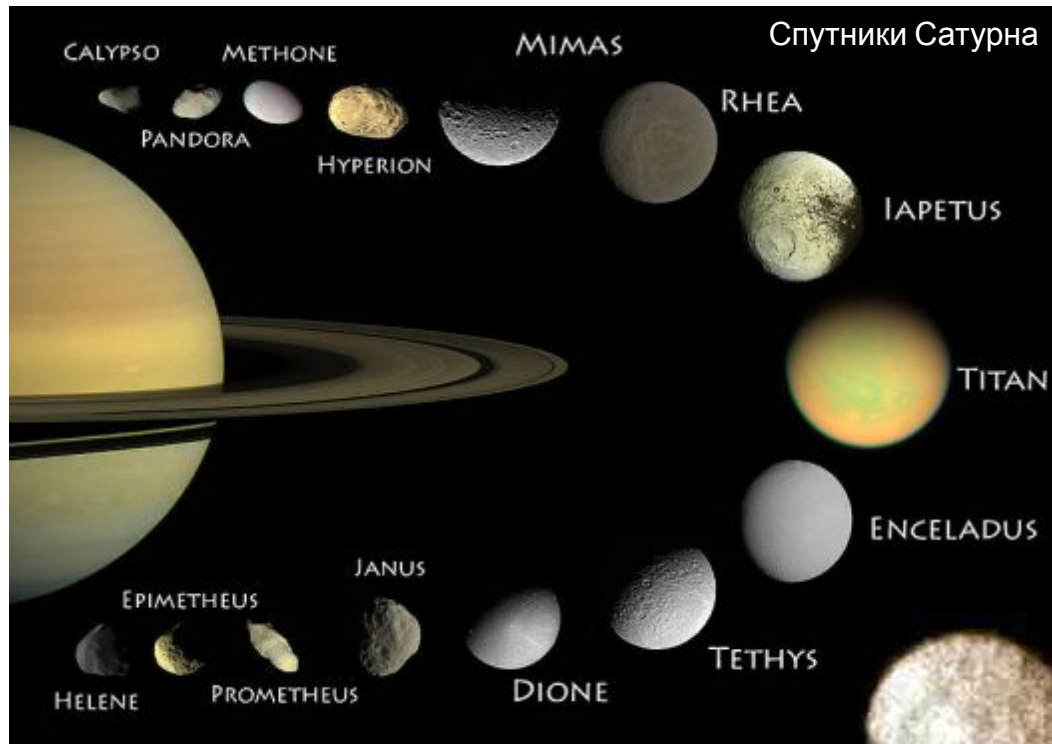


Миранда с расстояния 147 000 км



Снимок Миранды Вояджером-2 (24.01.1986)

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





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.



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)

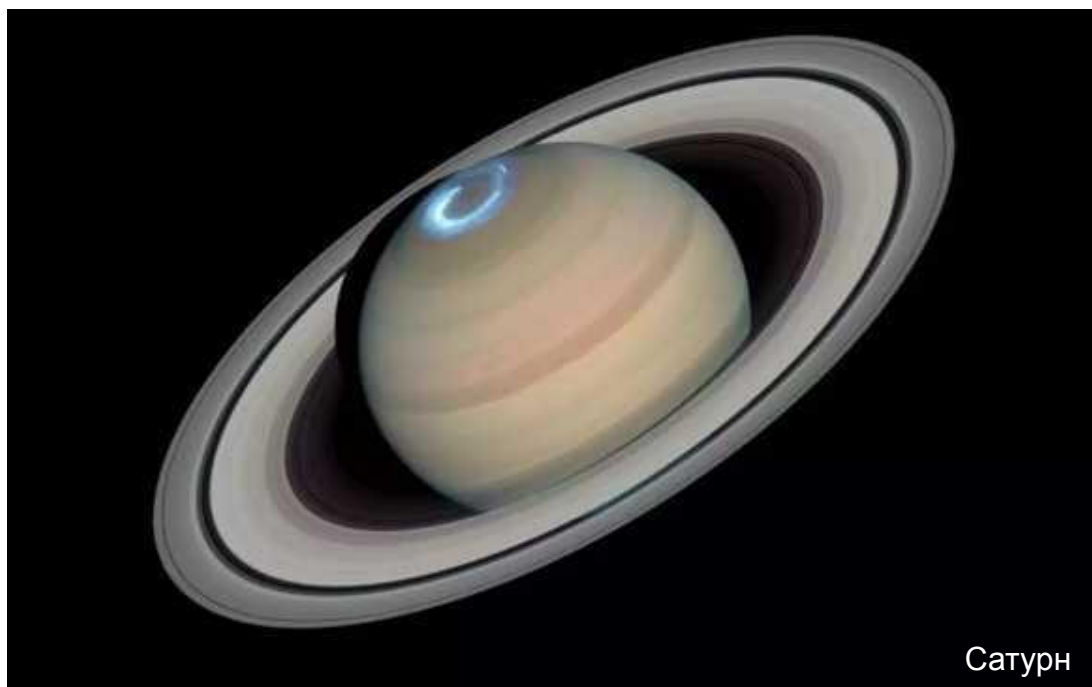
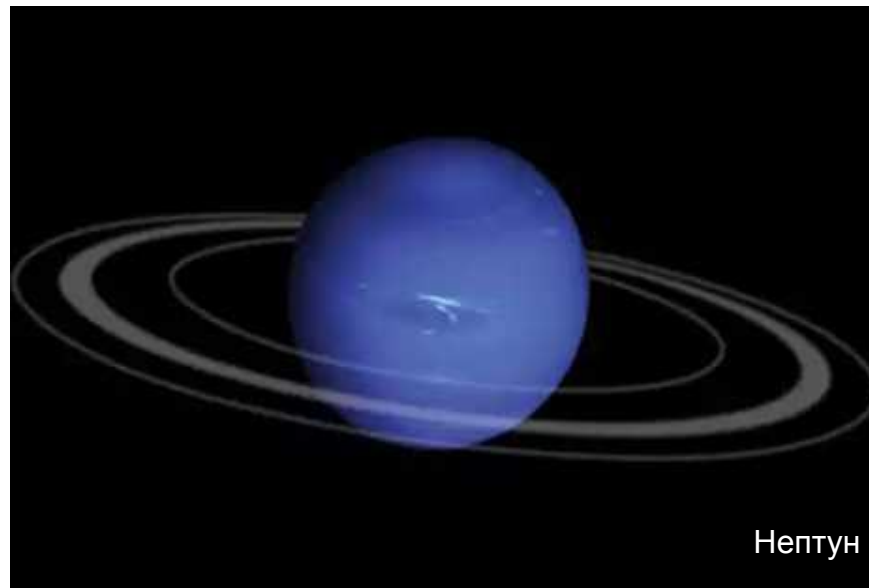
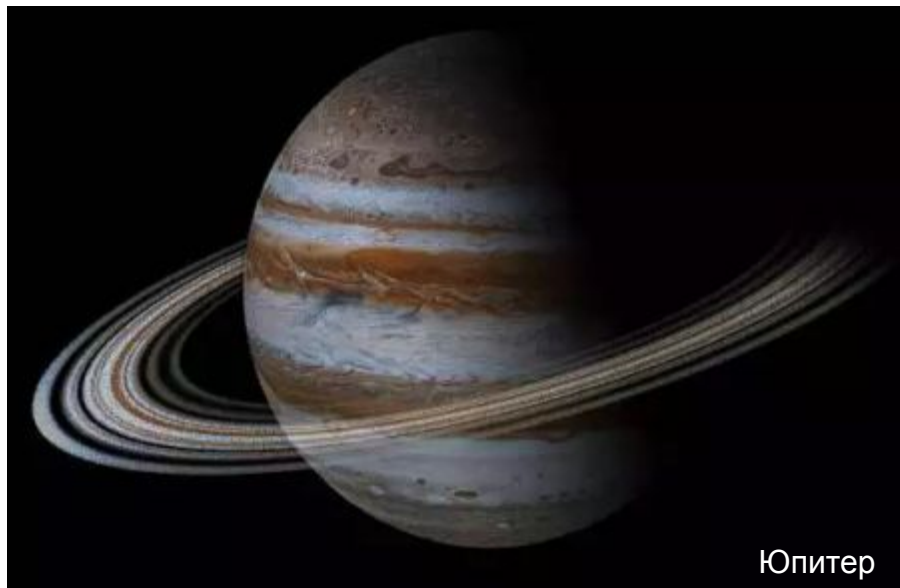


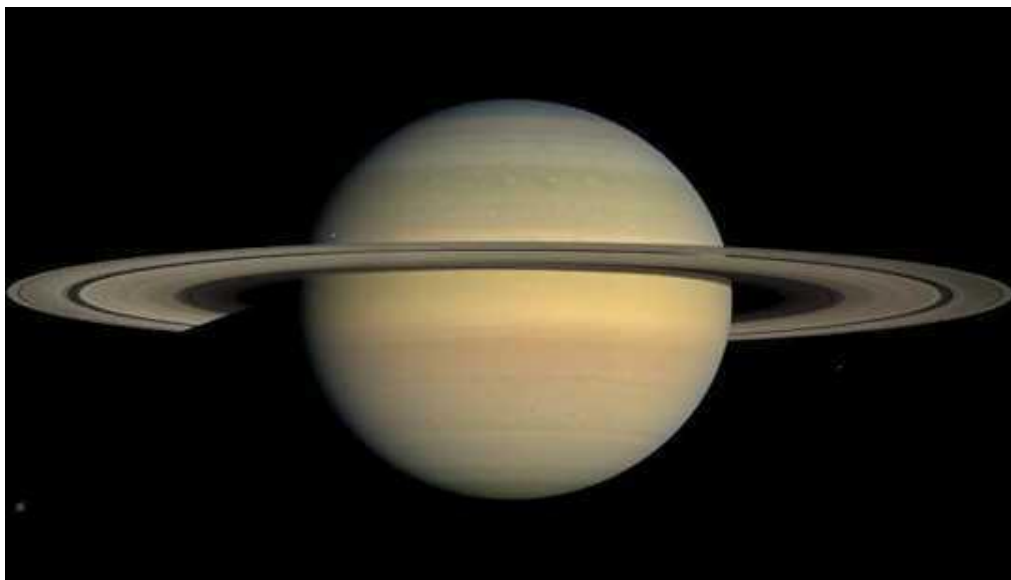
Фотография поверхности Титана, сделанная при спуске зонда "Гюйгенс"



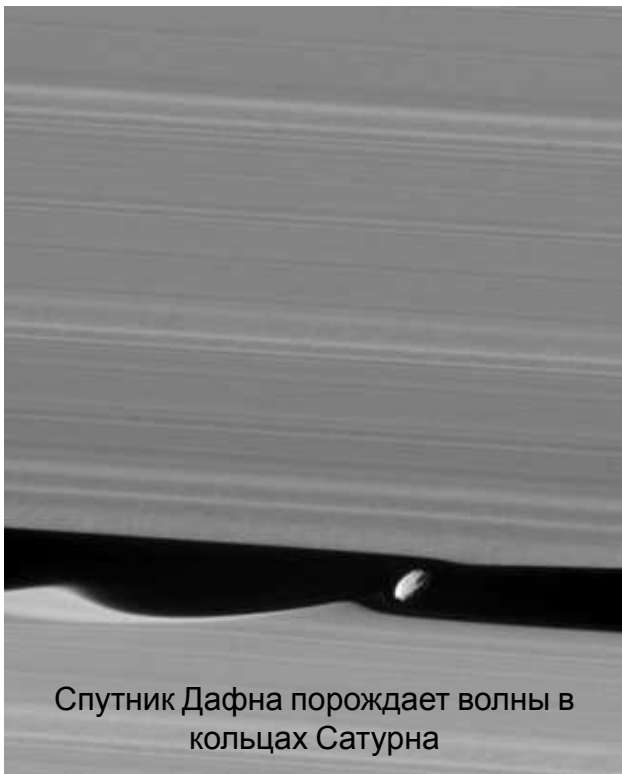
Поверхность Титана. Художественная концепция (НАСА-ESA)

Кроме множества спутников, все планеты-гиганты имеют кольца

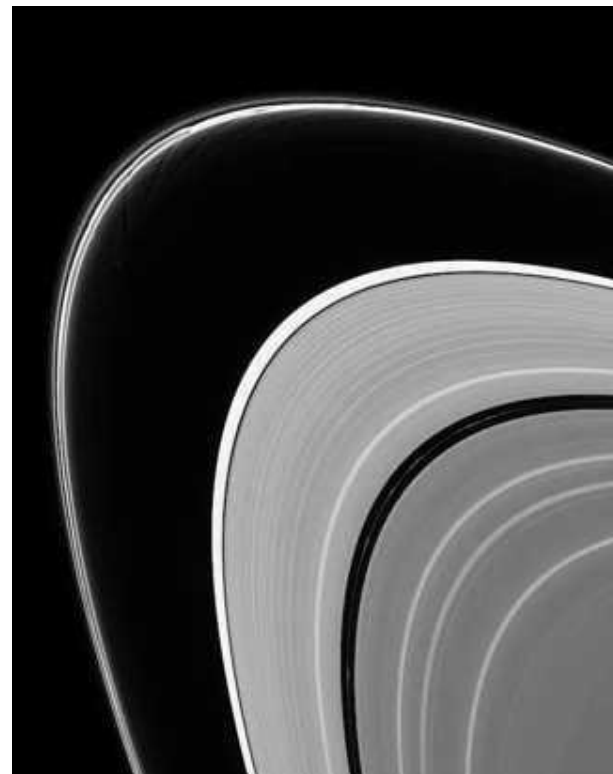
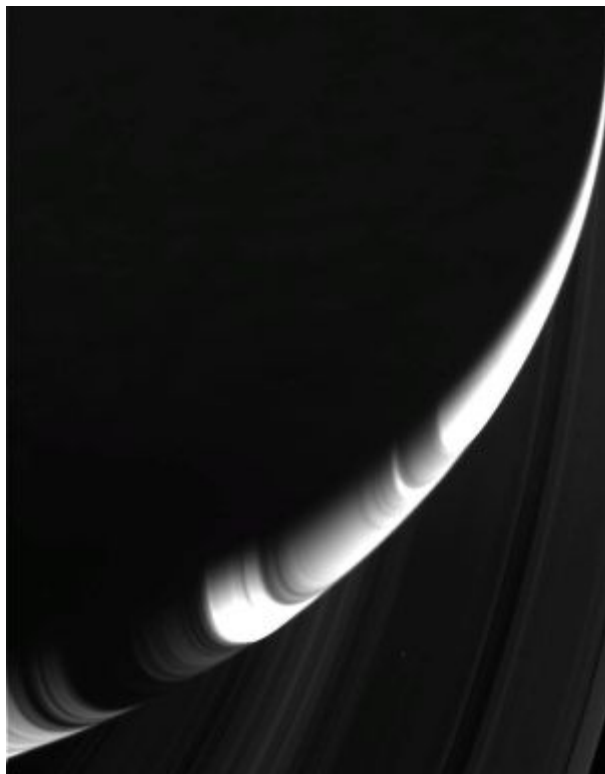




Кольца Сатурна представляют собой скопления небольших по размеру тел, крупных и мелких кусков, которые обращаются вокруг планеты по почти круговым орбитам.



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?

Домашнее задание

1) § 19.

2) Упражнение 15:

Используя данные приложения VI, рассчитайте линейную и угловую скорости вращения на экваторах Земли и Юпитера.

3) Задание 13 (дополнительное):

Подготовьте доклад о природе одной из планет Солнечной системы.

- Воронцов-Вельяминов Б.А. Астрономия. Базовый уровень. 11 кл. : учебник/ Б.А. Воронцов-Вельяминов, Е.К.Страут. - М.: Дрофа, 2013. – 238с
- https://static.clickow.com.ua/production/uploads/post/featured_image/732/.jpg
- <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/6/6c/МассаПланетСолнечнойСистемы.svg/350px-МассаПланетСолнечнойСистемы.svg.png>
- http://images.astronet.ru/pubd/2003/07/10/0001191510/images/6_04-04.jpg
- http://images.astronet.ru/pubd/2003/07/10/0001191510/images/6_04-05.jpg
- http://d1jq7g1y74ds1.cloudfront.net/wp-content/uploads/2014/04/800px-Size_planets_comparison.jpg
- https://sites.google.com/site/astronomlevitan/_/rsrc/1292351567867/plakaty/Планеты-гиганты.jpg?height=281&width=400
- https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/76/PIA02863_-_Jupiter_surface_motion_animation.gif
- https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a3/790106-0203_Voyager_58M_to_31M_reduced.gif
- <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/30/NASA14135-Jupiter-GreatRedSpot-Shrinks-20140515.jpg>
- https://upload.wikimedia.org/wikipedia/ru/thumb/b/be/Saturn_aurora.jpg/800px-Saturn_aurora.jpg
- <http://img1.joyreactor.cc/pics/post/full/космос-юпитер-северное-сияние-песочница-3197729.jpeg>
- https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/10/Jupiter_lightnings.jpg
- <http://v-kosmose.com/wp-content/uploads/2017/09/neptyn3-full.jpg>
- https://images1.popmeh.ru/upload/img_cache/b15/b155303012558517d8ad4873c6654b48_fitted_800x600.jpg
- <https://cdn-staging.biguniverse.ru/media/2011/08/shtorm-na-saturne.jpg>
- http://astroinformer.com/e107_plugins/my_gallery/image.php?file=Gallery/pictures/neptune/tv_neptune-clouds2.jpg
- <http://lfly.ru/wp-content/uploads/2015/05/ty-distance-350x261.jpg>
- <http://mks-onlain.ru/wp-content/uploads/2016/07/Magnitnoe-pole-YUpitera.jpg>
- http://systemsolar.ru/uploads/posts/2013-03/1364573648_yupiter_vadro.jpg
- <http://novosti24.by/uploads/images/00/00/49/2014/04/04/3cf5d7.jpg>
- https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/f/fe/Jupiter_and_the_Galilean_Satellites.jpg/250px-Jupiter_and_the_Galilean_Satellites.jpg
- <http://galspace.spb.ru/index422.file/1.jpg>
- <http://kvant.space/sites/default/files/81150.jpg>
- http://images.astronet.ru/pubd/2011/05/23/0001251803/ioprometheus_galileo_900.jpg
- http://www.sistemasolnca.ru/images/stories/images01/01/01/io_volcanoes.jpg
- https://www.meteoprog.ua/pictures/news_v_2/f056129d1ba24b187255a344f7845f54.jpg
- https://www.meteoprog.ua/pictures/news_v_2/a803fa885a644a7f3047f17ed7c56dc8.jpg
- http://tainoe.info/upload/editor/news/2015_10/561a1c9608d02_1444551830.jpg
- <http://kvant.space/sites/default/files/81150.jpg>
- <http://img.over-blog.com/494x263/2/09/20/93/Mes-images--2-/SatellitesNeptune.jpg>
- https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/47/Moons_of_Saturn_-_Infographic_%2815628203777%29.jpg
- <http://galspace.spb.ru/nature.file/atlas.file/1.jpg>
- https://www.jpl.nasa.gov/spaceimages/images/largesize/PIA07632_hires.jpg
- <http://spacegid.com/wp-content/uploads/2013/01/Miranda-izobrazhenie-polucheno-Voyadzherom-2-24-yanvarya-1986-goda.jpg>
- <http://spacegid.com/wp-content/uploads/2013/01/Snimok-Mirandyi-sdelan-Voyadzherom-2-24-yanvarya-1986-goda-s-rasstoyaniya-147-000-km.jpg>
- <http://spacegid.com/wp-content/uploads/2013/01/Miranda-sputnik-Urana.jpg>
- http://www.astrotime.ru/pictures/zagadochnye_sputniki_7.jpg
- <http://planetoved.ru/foto/triton1-full.jpg>
- <http://www.fact-planet.ru/images/2347.png>
- http://www.dopotopa.com/images/tit15_2038143e.jpg
- <http://www.dopotopa.com/images/titan01.jpg>
- <http://www.dopotopa.com/images/titan02.jpg>
- <http://www.dopotopa.com/images/tit8.jpg>
- http://www.bugaga.ru/uploads/posts/2013-04/1367300673_fakty-o-solnechnoy-sisteme-9.jpg
- <http://www.filipoc.ru/attaches/posts/interesting/2013-05-20/uran-ledyanoy-gigant/mini/1af95da17af1f19c99e32bc89de8244f.jpg>
- <http://planetoved.ru/sites/default/files/sat1-full.jpg>
- <http://media.istockphoto.com/illustrations/planet-in-the-space-illustration-id97588004?s=2048x2048>
- <https://cdn2.img.ria.ru/images/105454/59/1054545901.jpg>
- <https://cdn2.img.ria.ru/images/148604/71/1486047146.jpg>
- <https://saturn.jpl.nasa.gov/images/casJPGFullS85/W00089044.jpg>
- <http://astro.altspu.ru/lecture/files/PlanetsOfSolarSystem/RingsOfNeptun.jpg>
- https://i.mycdn.me/image?id=575986535354&t=0&plc=WEB&tkn=*qmuMpvzPORS_lgPeB4mVYbD-vDE
- <http://www.poznavayka.org/wp-content/uploads/2017/06/koltsa-Saturna-4.jpg>