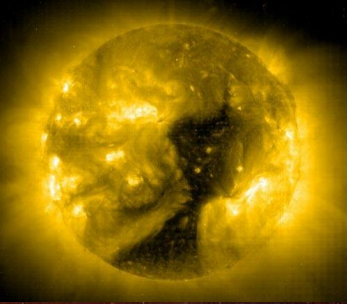


# Солнечная система

- Центральное тело нашей системы, это Солнце – звезда, принадлежащая к классу желтых карликов. Солнце является самым массивным объектом нашей планетной системы.
- Первая планета Солнечной системы – **Меркурий** Первая планета Солнечной системы – Меркурий – самая маленькая планета земной группы (в нее кроме Земли и Меркурия входят Венера и Марс). После Меркурия идет Венера – сестра Земли, скрытая вечными облаками. Третья планета Солнечной системы – **Земля** Первая планета Солнечной системы – Меркурий – самая маленькая планета земной группы (в нее кроме Земли и Меркурия входят Венера и Марс). После Меркурия идет Венера – сестра Земли, скрытая вечными облаками. Третья планета Солнечной системы – Земля – колыбель человечества. У нашей планеты есть спутник – Луна, который в 81 раз легче Земли, но все равно нашу планету можно считать двойной. Четвертая планета – красный **Марс** – пустынная планета с двумя спутниками, которая приковывала взоры всех людей в недалеком прошлом и... второе небесное тело, на которое планируется пилотируемый полет (первым была Луна).
- Следующая большая группа планет – планеты-гиганты. Самым большим и массивным из гигантов является **Юпитер** Следующая большая группа планет – планеты-гиганты. Самым большим и массивным из гигантов является Юпитер, который представляет из себя Солнечную систему в миниатюре. Из его более чем 40 спутников мы остановимся на самых больших – Ио, Европе, Ганимеди и Каллисто. Эти спутники носят название галилеевских – в честь их первооткрывателя – Галилео Галилея. Следующая планета-гигант – **Сатурн** Следующая большая группа планет – планеты-гиганты. Самым большим и массивным из гигантов является Юпитер, который представляет из себя Солнечную систему в миниатюре. Из его более чем 40 спутников мы остановимся на самых больших – Ио, Европе, Ганимеди и Каллисто. Эти спутники носят название галилеевских – в честь их первооткрывателя – Галилео Галилея. Следующая планета-гигант – Сатурн, известная всем своими великолепными кольцами. Из 22 спутников Сатурна мы посетим всего семь – Титан, Энцелад, Япет, Рею, Диону, Тефию и Мимас. Следующая планета-гигант – **Уран** Следующая большая группа планет – планеты-гиганты. Самым большим и массивным из гигантов является Юпитер, который представляет из себя Солнечную систему в миниатюре. Из его более чем 40 спутников мы остановимся на самых больших – Ио, Европе, Ганимеди и Каллисто. Эти спутники носят название галилеевских – в честь их первооткрывателя – Галилео Галилея. Следующая планета-гигант – Сатурн, известная всем своими великолепными кольцами. Из 22 спутников Сатурна мы посетим всего семь – Титан, Энцелад, Япет, Рею, Диону, Тефию и Мимас. Следующая планета-гигант – Уран – необычна тем, что она как-бы “лежит на боку” – ось наклона Урана с плоскостью эклиптики составляет  $98^\circ$  – благодаря чему на Уране смена времен года. Из его 21 спутника мы посетим Миранду, Ариэль, Умбриэль, Оберон и Титания. Еще одна отличительная особенность Урана – вращение в обратную сторону. Последней планетой-

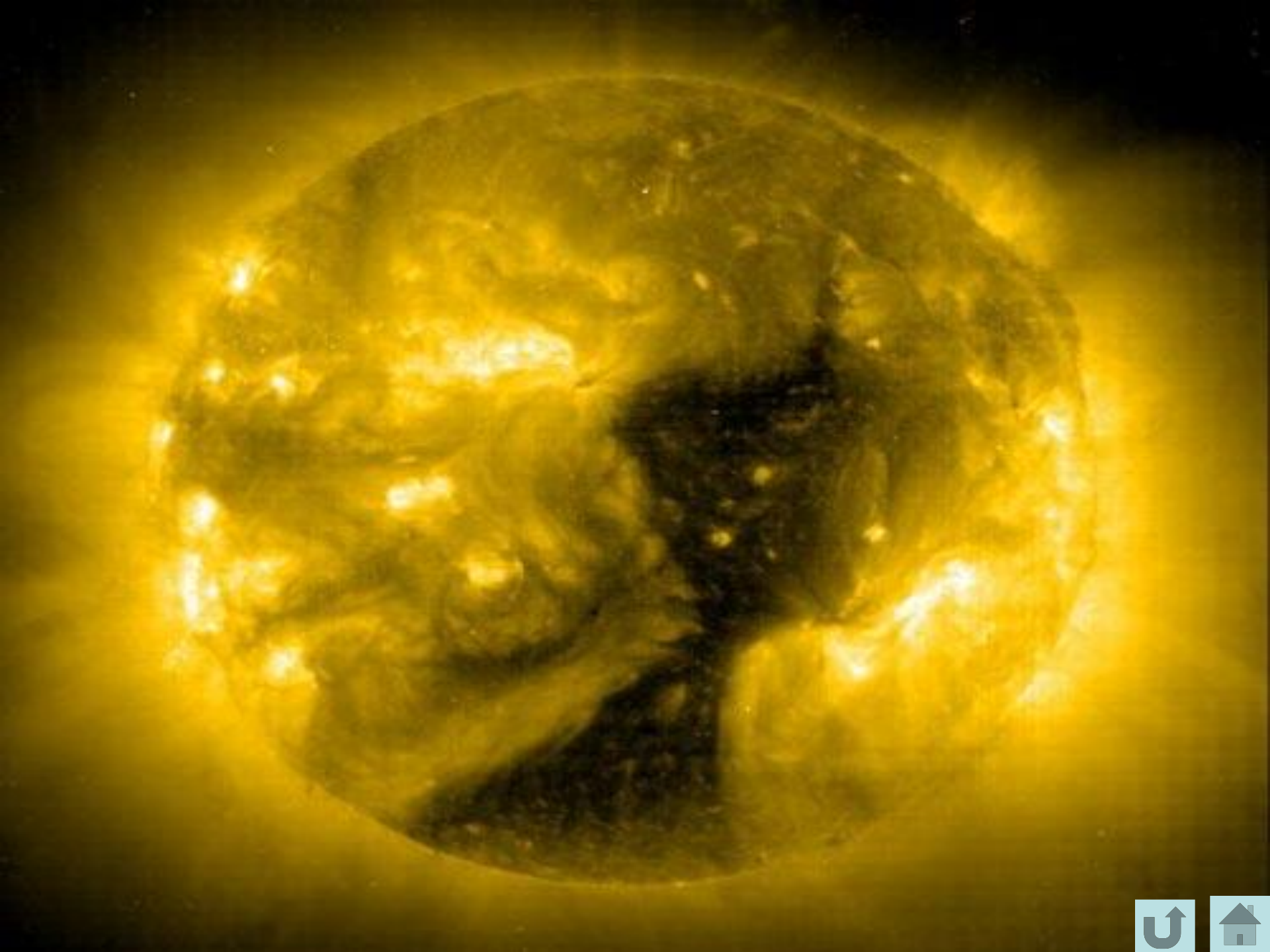
Другие картинки



# Солнце

- Земли (астрономическая единица или а.е.) 149.6 млн. км. Принадлежит к спектральному классу G2V. Центральное тело нашей планетной системы. Возникло около 4.7 млрд. лет тому назад вместе с другими планетами. Масса  $1.99 \cdot 10^{30}$  кг., радиус 696 тыс. км, средняя плотность  $1.41 \text{ кг/м}^3$ , светимость  $3.85 \cdot 10^{26}$  Вт, эффективная температура 5779К. Период вращения (синодический) изменяется от 27 сут. на экваторе до 32 сут. у полюсов. Ускорение свободного падения в фотосфере  $274 \text{ м/с}^2$ .
- Общая структура: энергосыделяющее ядро (от центра до расстояния в четверть радиуса), область лучистой теплопроводности (от 1/4 до 2/3 радиуса) и конвективная зона (последняя треть радиуса). Физические условия в этих внутренних слоях Солнца определяются теоретическими расчетами и проверяются методами гелиосейсмологии и нейтринной астрономии. Выше конвективной зоны начинаются непосредственно наблюдаемые внешние слои солнечной атмосферы, состоящие (по числу атомов) в основном из водорода, 10% гелия, 1/1000 углерода, азота и кислорода и 1/10 000 металлов вместе со всеми остальными химическими элементами. Атмосфера Солнца условно разделяется на три оболочки:
  - почти нейтрального водорода и однократно ионизованных металлов (фотосфера, толщина 200-300 км),
  - неоднородного слоя, в котором по мере продвижения вверх последовательно ионизируются водород, гелий и др. химические элементы (хромосфера, протяженность 10-20 тыс. км) и
  - разреженной изотермической короны, в которой все атомы ионизованы вплоть до самых глубоких электронных оболочек. Солнечная корона постепенно переходит в динамическое образование постоянно расширяющегося потока ионизованных атомов (в основном протонов, альфа-частиц и свободных электронов), образующих солнечный ветер, простирающийся за орбиты Земли и Марса.







# Меркурий

- Ближайшая к Солнцу планета, по размерам похожая на Луну (радиус 2439 км), а по средней плотности (5.42 г/см<sup>3</sup>) на Землю. Ускорение свободного падения на поверхности 372 см/с<sup>2</sup>, в 2.6 раза меньше земного. Период обращения вокруг Солнца составляет около 88 земных суток. Максимальный видимый угловой размер около 7". Вращение прямое с периодом 58.6±0.5 суток. Это близко к 2/3 периода обращения планеты вокруг Солнца. Ось вращения почти перпендикулярна к плоскости эклиптики. Соизмеримость периодов вращения и обращения объясняется приливными явлениями. Поверхность очень напоминает лунную: множество кратеров самых различных размеров. Имеются также очень высокие (в несколько километров) длиною в тысячи километров. Температура поверхности в полдень на экваторе достигает 700 К, а на ночной стороне падает до 100 К. Поверхностный слой грунта – мелко раздробленная порода с низкой плотностью. Атмосфера Меркурия имеет чрезвычайно малую плотность: концентрация не более 10<sup>6</sup> см<sup>-3</sup> у поверхности (как в земной атмосфере на высоте 700 км). Состав атмосферы известен плохо, возможен гелий (концентрация около 10<sup>4</sup> см<sup>-3</sup>) и натрия (около 10<sup>5</sup> см<sup>-3</sup>). Меркурий имеет собственное магнитное поле в 300 раз слабее земного (около 0.002 Э), что говорит о возможном существовании жидкого ядра. Спутников нет







# Земля

- Третья от Солнца планета Солнечной системы, удаленная от него на среднее расстояние 1 а.е., с периодом обращения в 1 год. Масса  $5.98 \cdot 10^{24}$  кг, полярный радиус 6356.9 км, экваториальный 6378.17 км, (сжатие около 1/300); средняя плотность 5.5 г/см<sup>3</sup>; период осевого вращения относительно звезд 23 часа 56 минуты 04.1 секунды; Земля отличается от всех других планет Солнечной системы наличием гидросферы и биосферы, а также большой динамической активностью коры и атмосферы. Структура твердой части: кора – самая внешняя и тонкая (10-100 км) твердая оболочка с плотностью 2,8 г/см<sup>3</sup>; мантия, которая делится на верхнюю (толщина 850-900 км) и нижнюю, в которой температура близка к точке плавления ее вещества (до глубины около 3000 км, ядро которое подразделяется на внешнее и внутреннее (твердое ядро – плотность в центре 12.5 г/см<sup>3</sup>, температура 4000-5000К); атмосфера Земли состоит в основном из азота и кислорода с малыми примесями других газов; средняя температура у основания 288К; тепловой баланс поддерживает температуру Земли в средних и экваториальных широтах на уровне, оптимальном для существования теплокровных организмов. Толщина тропосферы порядка 10 км. На высоте около 50 км имеется широкий температурный максимум (мезосфера). Увеличение температуры начинается с высот 20-25 км. Из-за фотохимической реакции разложения озона. Озон поглощает ультрафиолетовое излучение в области от 200 до 300 нм, что разогревает атмосферу. Озон, находящийся в верхней атмосфере, служит своеобразным щитом, охраняющим биосферу от действия ультрафиолетового излучения Солнца. Над мезосферой расположен температурный минимум – мезопауза. Выше температура вновь начинает расти за счет энергии поглощаемого ультрафиолетового излучения Солнца на высотах 150-300 км, обусловленное ионизацией атомарного кислорода: Над мезопаузой температура растет непрерывно до высоты около 400 км, где она достигает днем в эпоху максимума солнечной активности 1800 К, а в эпоху минимума она может быть меньше 1000 К. Выше 400 км атмосфера изотермична (термосфера): Ионизированные слои атмосферы, начиная с высот 100-120 км образуют ионосферу, в которой концентрация ионов и электронов одинакова и плазма в целом нейтральна; на высоте 300 км днем она составляет около  $10^6$  ионов в см<sup>3</sup>. Плазма такой плотности отражает радиоволны длиной более 20 м и пропускает более короткие; магнитное поле у поверхности Земли около 0.5 Э. Магнитные полюса эквивалентного диполя не совпадают с географическими; южный магнитный полюс имеет координаты  $\phi = 79$  с.ш.,  $\lambda = 70$  з.д. (Северная Гренландия). Магнитное поле Земли через интервалы времени от 500 тыс. до 50 млн. лет меняет направление на обратное. На больших расстояниях от Земли форма ее магнитного поля искажается под действием солнечного ветра. В магнитном поле Земли удерживается огромное количество заряженных частиц, которые образуют радиационные пояса Земли. Земля имеет один спутник – Луну.





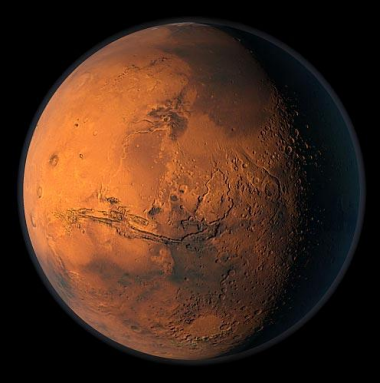
# Луна

- **Естественный спутник Земли с массой в 81.3 меньше земной ( $7.35 \cdot 10^{22}$  кг) и радиусом 1738 км, находящийся на среднем расстоянии от Земли 384404 км. Сидерический период обращения вокруг Земли 27.32 сут., синодический – 29.53 сут. Возраст близок к возрасту Земли и Солнечной системы (не менее 4.5 млрд. лет). Поверхность испещрена кратерами самых различных размеров и покрыта слоем пыли. Шесть раз посещалась космонавтами США.**





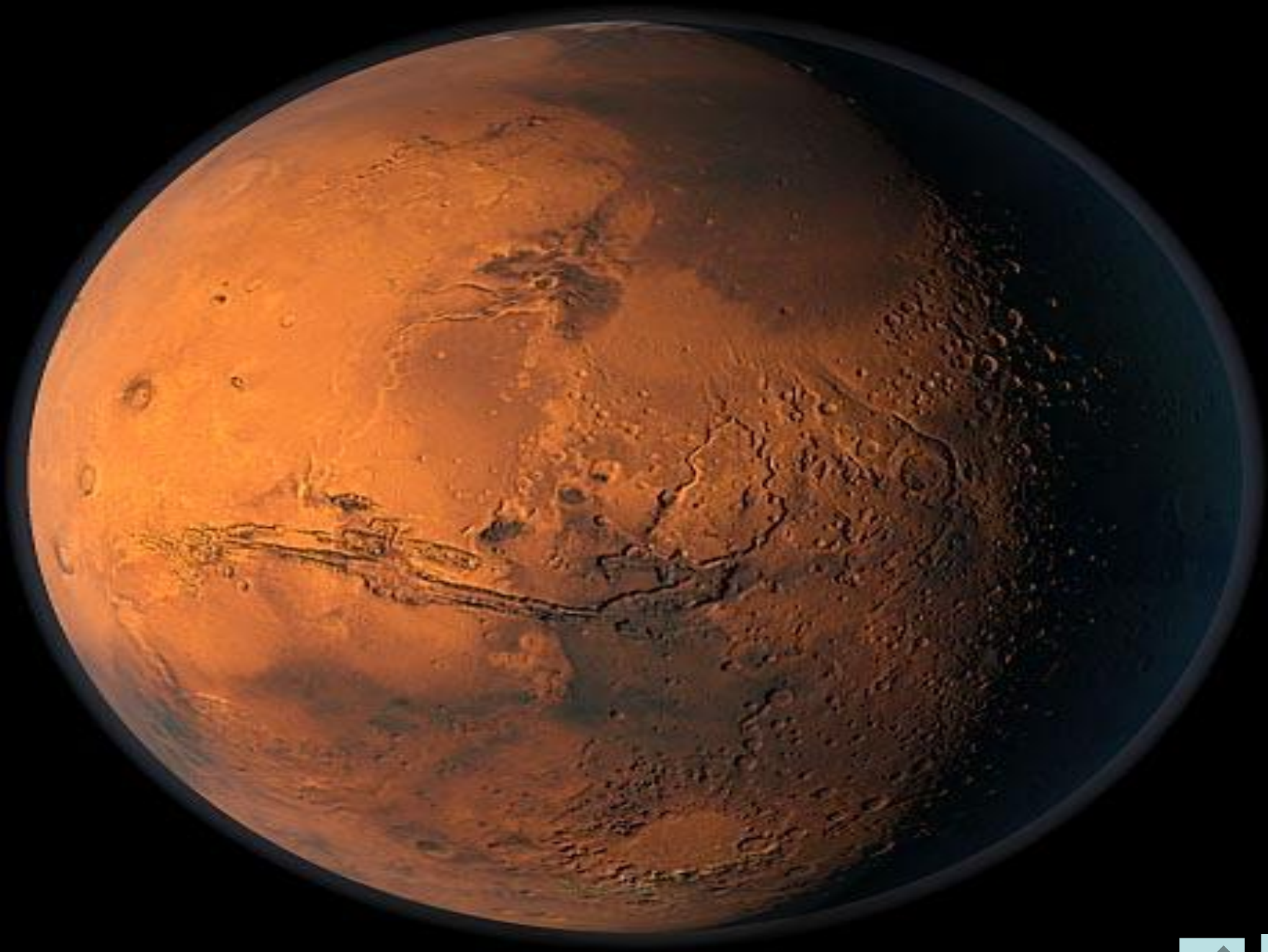




# Марс

- Четвертая планета Солнечной системы, удаленная от Солнца на среднее расстояние 228 млн. км, примерно вдвое меньшая Земли (экваториальный радиус 3394 км) и в девять раз меньше по массе ( $6.421 \cdot 10^{23}$  кг). Ускорение свободного падения на поверхности 3.76 м/с<sup>2</sup>. Наибольший видимый угловой диаметр 25", наименьший 14". Период вращения 24 часа 37 минут 22.6 секунд. Экватор наклонен к плоскости орбиты на  $24^\circ 56'$ , (почти как у Земли). Поэтому на Марсе имеется смена времен года, похожая на земную. Марсианский год длится 687 земных суток. На поверхности наблюдается множество устойчивых деталей: яркие области оранжево-красноватого цвета (материки, площадью около 2/3 диска); полярные шапки
- - белые пятна, образующиеся вокруг полюсов осенью и исчезающие в начале лета; темные области ("моря"), занимающие 1/3 диска; бассейны и кратеры – следы метеоритной бомбардировки; множество гор вулканического происхождения (высотой до 25-28 км); множество проявлений эрозии, области с хаотическим рельефом, каналы и т.д. Грунт раздроблен и усыпан множеством каменных блоков. По составу породы похожи на земные, но с преобладанием окислов железа. Магнитное поле в тысячу раз слабее земного. Средняя температура поверхности Марса около 200 К, днем на экваторе она достигает 290 К, а ночью падает до 170 К и до 145 К в полярных шапках; атмосфера состоит из CO<sub>2</sub> и N<sub>2</sub>. Имеются малые примеси H<sub>2</sub>O, CO и др. Эквивалентная толщина слоя атмосферной осажденной воды не более 10-20 мкм (на Земле – около 1 см). Остальная вода скована в недрах вечной мерзлоты; атмосферное давление у поверхности около 6 мб. Скорость ветра в атмосфере обычно не превышает нескольких м/с, но иногда возрастает до 40-50 м/с, вызывая глобальные пылевые бури – специфически марсианские явления, продолжающиеся порой несколько месяцев. Имеется ионосфера с главным максимумом на высоте около 150 км и электронной концентрацией 10<sup>5</sup>-10<sup>4</sup> частиц в см<sup>3</sup>. Имеется два близкие к планете слабые (+11.5 м и +12.5 м) спутника (Фобос и Деймос), открытые в 1877 г.; расстояние Фобоса от центра планеты 2.77 ее радиуса, а период обращения 7 часов 39 минут 14 секунд, что меньше периода вращения Марса и Фобос восходит на западе. Деймос обращается на среднем расстоянии в 6.96 радиуса планеты с периодом 30 часов 17 минут 5 секунд. Оба спутника имеют неправильную форму. Размеры Фобоса 22-25 км, Деймоса – около 13 км.





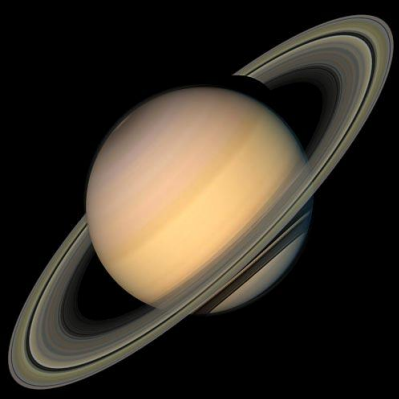


# Юпитер

- Самая крупная, пятая от Солнца, большая планета Солнечной системы; масса  $1,9 \cdot 10^{27}$  кг (в 318 раз больше земной и около  $1/1050$  солнечной). Экваториальный радиус 71400 км (в 11.2 раза больше земного). Полярный радиус заметно меньше экваториального (66900 км), сжатие большое (1/16); средняя плотность  $1.3 \text{ г/см}^3$ ; видимый угловой диаметр около  $40''$ ; видимая "поверхность" представляет собой сплошной облачный покров с множеством непостоянных деталей; исключение – Большое красное пятно наблюдавшееся еще в XVII в. При помощи космических аппаратов найдено еще несколько устойчивых красных пятен меньшего размера; наиболее заметны темные и светлые красноватые полосы, параллельные экватору – следствие зонального ветра. Период осевого вращения увеличивается с широтой: от 9 часов 50 минут 30 секунд у экваториальных областей до 9 часов 55 минут 40 секунд на средних широтах. Основные компоненты атмосферы – молекулярный водород  $\text{H}_2$  и  $\text{He}$  с малыми примесями метана, аммиака и др. элементов. В целом химический состав атмосферы и всей планеты существенно не отличается от солнечного. Полное давление у верхней границы облачного слоя составляет около 0.5 атм. Облачный слой имеет сложную структуру. Верхний ярус состоит из кристалликов аммиака  $\text{NH}_3$ , ниже должны быть расположены облака из кристаллов льда и капелек воды. На уровне 0.15 атм. имеется глубокий минимум, выше температура растет; температура, измеренная по закону Стефана-Больцмана (эффективная), составляет 130 К, что говорит о большом потоке внутреннего тепла и некотором сходстве Юпитера со звездами (коричневыми карликами). Водородно-гелиевая атмосфера на глубине около 1000 км плавно переходит в более плотную газожидкую оболочку (оба газа находятся в сверхкритическом состоянии), а еще глубже расположена зона металлического водорода. Токи в жидких недрах Юпитера генерируют мощное магнитное поле – около 10 Э вблизи видимой поверхности планеты. Имеется магнитосфера с размерами в несколько сотен раз превышающими размеры самой планеты. Электроны и протоны высоких энергий, захваченные в магнитном поле Юпитера, образуют радиационные пояса, похожие на земные, но сильно превышающие их по размеру. В 1995 г. на орбиту был выведен искусственный спутник Юпитера "Галилео"; и спущен в атмосферу зонд для прямых измерений температуры, давления, химического состава и других характеристик.
- Юпитер обладает самым большим числом спутников – на сегодняшний день известно 48 спутников, из них самые известные – галилеевские спутники. Четыре самых крупных спутника (Ио, Европа, Ганимед и Каллисто), открытые Галилеем в 1610 г. и названные С. Мариусом. Собственное вращение этих спутников синхронно с их обращением вокруг Юпитера из-за приливных явлений, как в случае системы Земля-Луна.



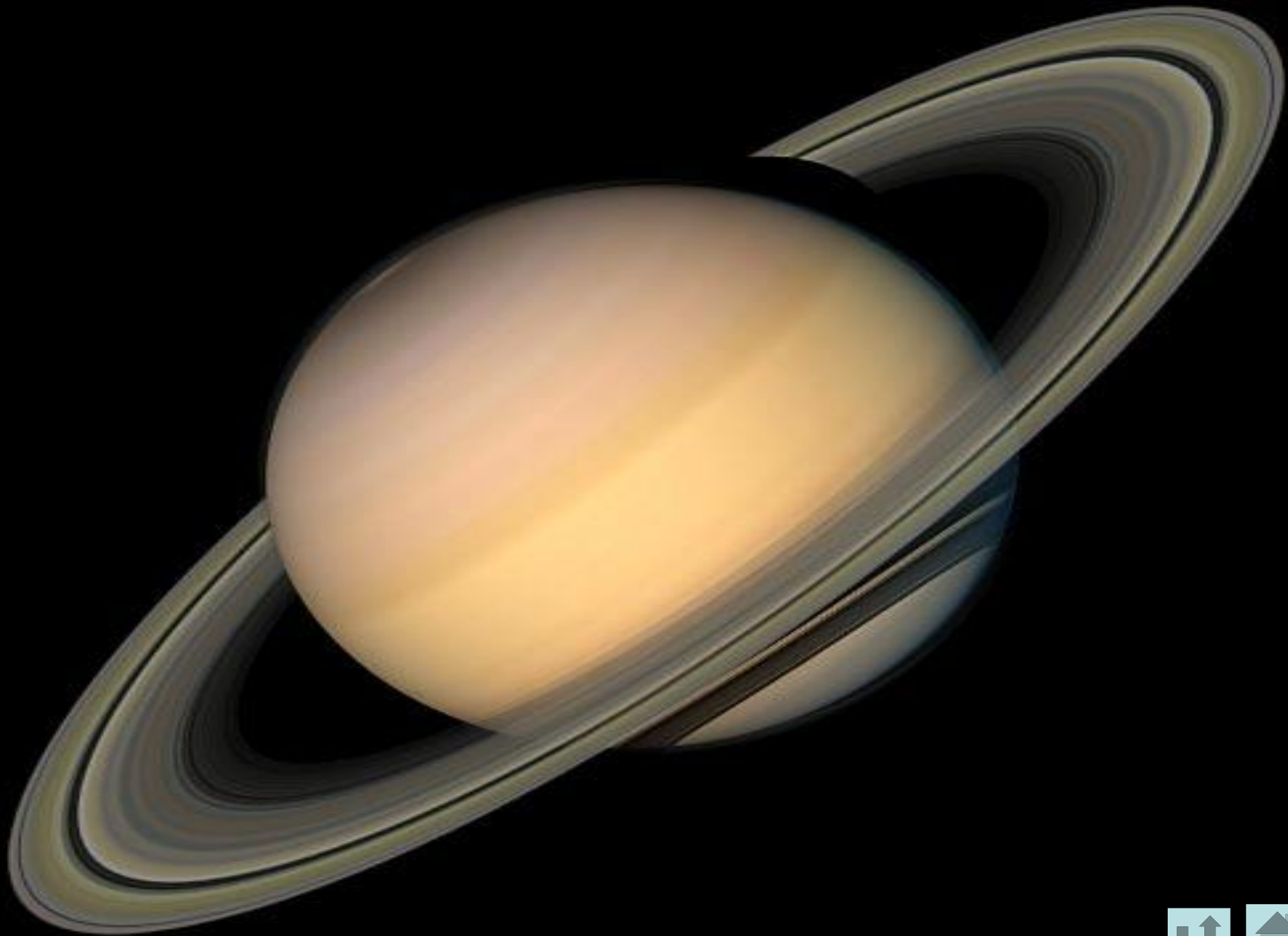


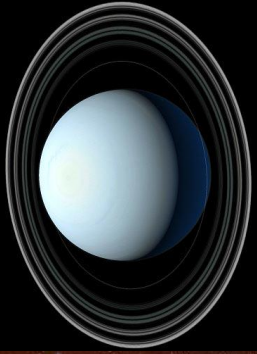


# Сатурн

- Шестая большая планета Солнечной системы. Расположен примерно вдвое дальше от Солнца, чем Юпитер, и обращается вокруг него за 29.5 года. Экваториальный радиус 60330 км, масса 95 земных, ускорение свободного падения на экваторе  $1100 \text{ см/с}^2$ , сжатие  $1/10$ , средняя плотность  $0.7 \text{ г/см}^3$ . Период вращения на экваторе равен 10 часов 14 минут и увеличивается к полюсам. На диске можно различить полосы, зоны и другие более тонкие образования. В атмосфере наблюдаются спектральные линии водорода  $\text{H}_2$ , метана  $\text{CH}_4$ , ацетилена  $\text{C}_2\text{H}_2$ , этана  $\text{C}_2\text{H}_6$ . Элементный состав, по-видимому, не отличается от солнечного, т.е. планета состоит на 99% из водорода и гелия. По внутреннему строению Сатурн похож на Юпитер. Эффективная температура Сатурна около 95 К. Так же, как и у Юпитера около половины излучаемой энергии обусловлено потоком внутреннего тепла. Сатурн имеет магнитное поле (около 0.5 Э у видимой границы облаков) и радиационные пояса. Он имеет очень красивую систему колец и 22 спутника, самый большой из которых – Титан – имеет собственную атмосферу, почти полностью состоящую из азота. Уникальная по яркости по сравнению с кольцами других газовых гигантов, система колец Сатурна имеет диаметр около 250 тыс. км, однако толщина колец – всего несколько десятков метров. В настоящее время астрономы предполагают, что возраст колец – всего около ста миллионов лет





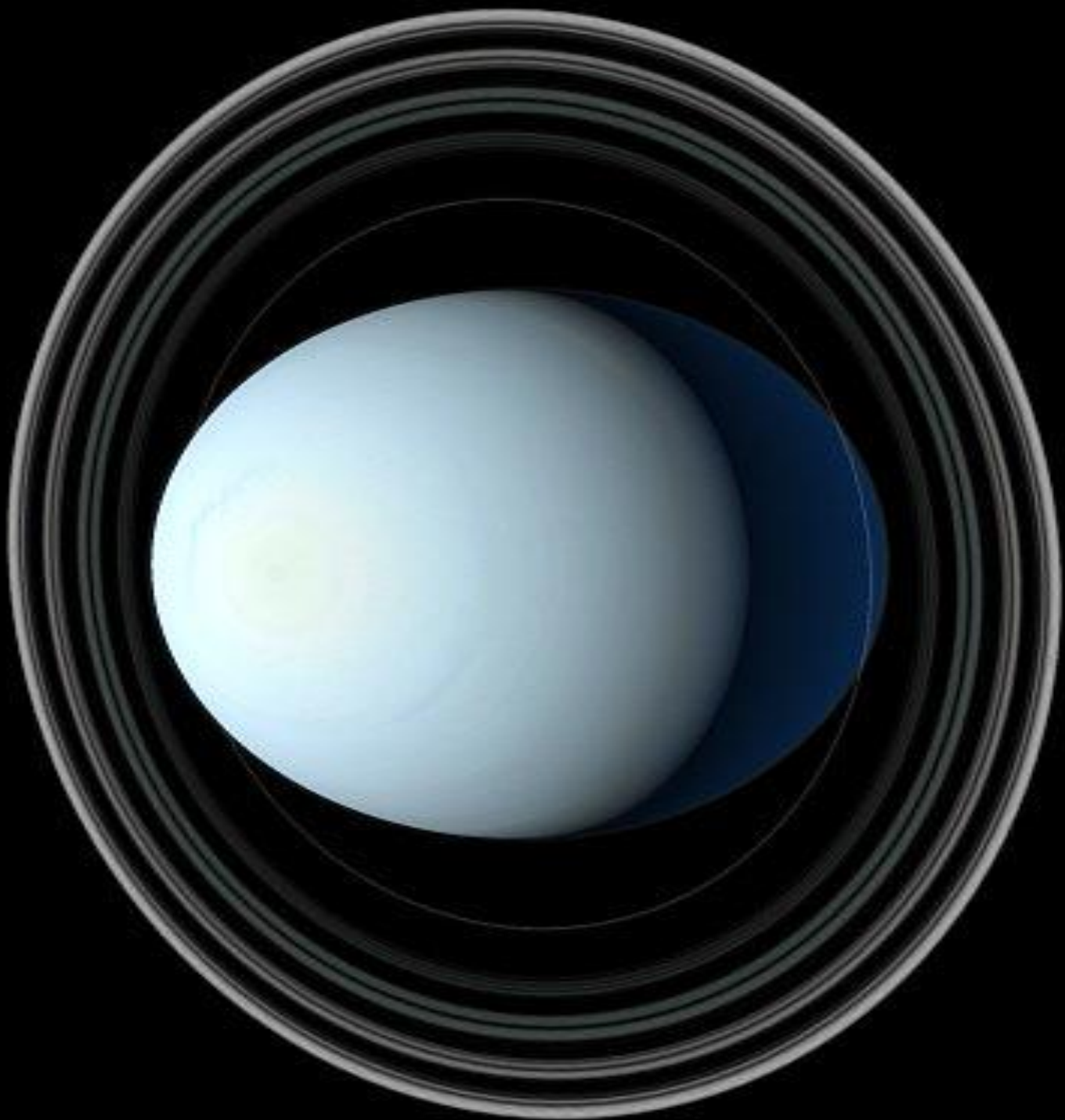


# Уран

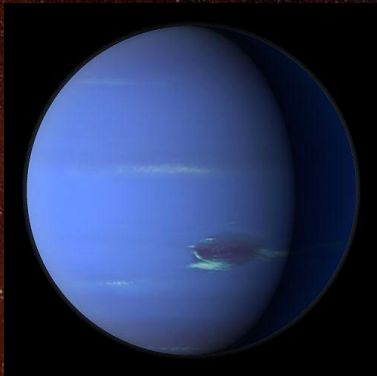
- Обычный Термин Спосокопределений Адрес Цитаты Форматированный Седьмая большая планета нашей Солнечной системы. Первые шесть планет видны на небе невооруженным глазом и принадлежат к числу наиболее ярких объектов. Уран виден только в телескоп (его звездная величина 5.8<sup>m</sup>) и выглядит маленьким зеленоватым диском диаметром около 4". Большая полуось орбиты планеты равна около 19.2 а.е., а период обращения вокруг Солнца 84 года. Масса Урана в 14.6 раза больше земной, радиус 25560 км. Уран обладает заметным сжатием (1/17). Средняя плотность Урана 1.55 г/см<sup>3</sup> больше, чем Юпитера и Сатурна. По-видимому в его недрах больше тяжелых элементов. Детали на диске Урана уверенным образом не различаются, но наблюдаются периодические колебания блеска. По этим колебаниям и по эффекту Доплера был определен период вращения вокруг оси 10 часов 49 минут. Наклонение плоскости экватора к плоскости эклиптики очень большое – 98°, так что направление вращения обратное. Спектроскопически в атмосфере Урана обнаружены водород H<sub>2</sub> (основная составляющая, вероятно, наряду с гелием), метан CH<sub>4</sub>, и ацетилен C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>. Метан имеет полосы поглощения в красной области спектра и его значительно больше над верхней границей облаков, чем на Юпитере и Сатурне. Это объясняет зеленоватую окраску планеты. Облака Урана состоят, по-видимому, из частиц замерзшего метана, температура вблизи их верхней границы около 55 К, газовое давление несколько атмосфер. В 1986 г. космический аппарат "Вояджер-2" пролетел на расстоянии около 120000 км от Урана. Были переданы на Землю изображения самой планеты, ее колец и спутников, исследовалась атмосфера планеты (дистанционно) и ее магнитное поле. Напряженность магнитного поля у видимой границы облаков около 0.25 Э. Удивительной является геометрия магнитного поля Урана: эквивалентный диполь удален на расстояние 6000 км от центра планеты и наклонен на 60° к оси вращения. Уран имеет 21 спутник и систему колец. Самый крупный из его спутников – Титания. Имена всех спутников Урана были позаимствованы у героев Шекспира.







# Нептун



- Восьмая планета Солнечной системы, удаленная от Солнца на среднее расстояние 30.1 а.е.; видимая звездная величина 7.6m угловой диаметр 2.4", линейный радиус 25050 км, масса 17.2 масс Земли, средняя плотность 1.7 г/см<sup>3</sup>, период обращения вокруг Солнца почти 165 лет. Период вращения (прямого) вокруг оси 15.8 часов ± 1 час. По характеристикам атмосферы и внутреннего строения Нептун очень похож на Уран. Известны восемь спутников и система колец. Из них Тритон принадлежит к числу крупнейших в Солнечной системе (радиус 2000 км); он имеет обратное обращение вокруг планеты. Атмосфера Нептуна в основном состоит из невидимых водорода и гелия. Своим синим цветом Нептун обязан небольшому количеству метана в атмосфере, который поглощает в основном красный свет. На Нептуне дуют самые быстрые ветры в солнечной системе, их порывы достигают скорости 2000 километров в час. Существуют предположения, что в плотной, горячей среде под облаками Урана и Нептуна могут образовываться алмазы. Когда космический аппарат НАСА "Вояджер-2" пролетал мимо далекого Нептуна в августе 1982 года, астрономы были крайне удивлены. Поскольку Нептун получает всего 3 процента солнечного света, отражаемого Юпитером, они ожидали увидеть темную, холодную, спящую планету. Вместо этого на снимках Вояджера перед нами предстал динамичный и турбулентный мир. Одним из самых поразительных открытий стало Большое Темное Пятно. Удивительно, что по размеру оно было сравнимо Большим Красным Пятном Юпитера, находилось в тех же умеренно южных широтах, и выглядело как аналогичное вихревое атмосферное образование. Скорость ветра вблизи пятна достигали рекордной среди всех планет величины 2400 километров в час (670 метров в секунду). Согласно данным "Вояджера" Большое Темное Пятно значительно изменилось в размерах за короткое время пролета. Когда в 1994 году Космический телескоп им. Хаббла наблюдал Нептун, пятно исчезло, правда, вместо него в северном полушарии планеты появилось другое темное пятно.













