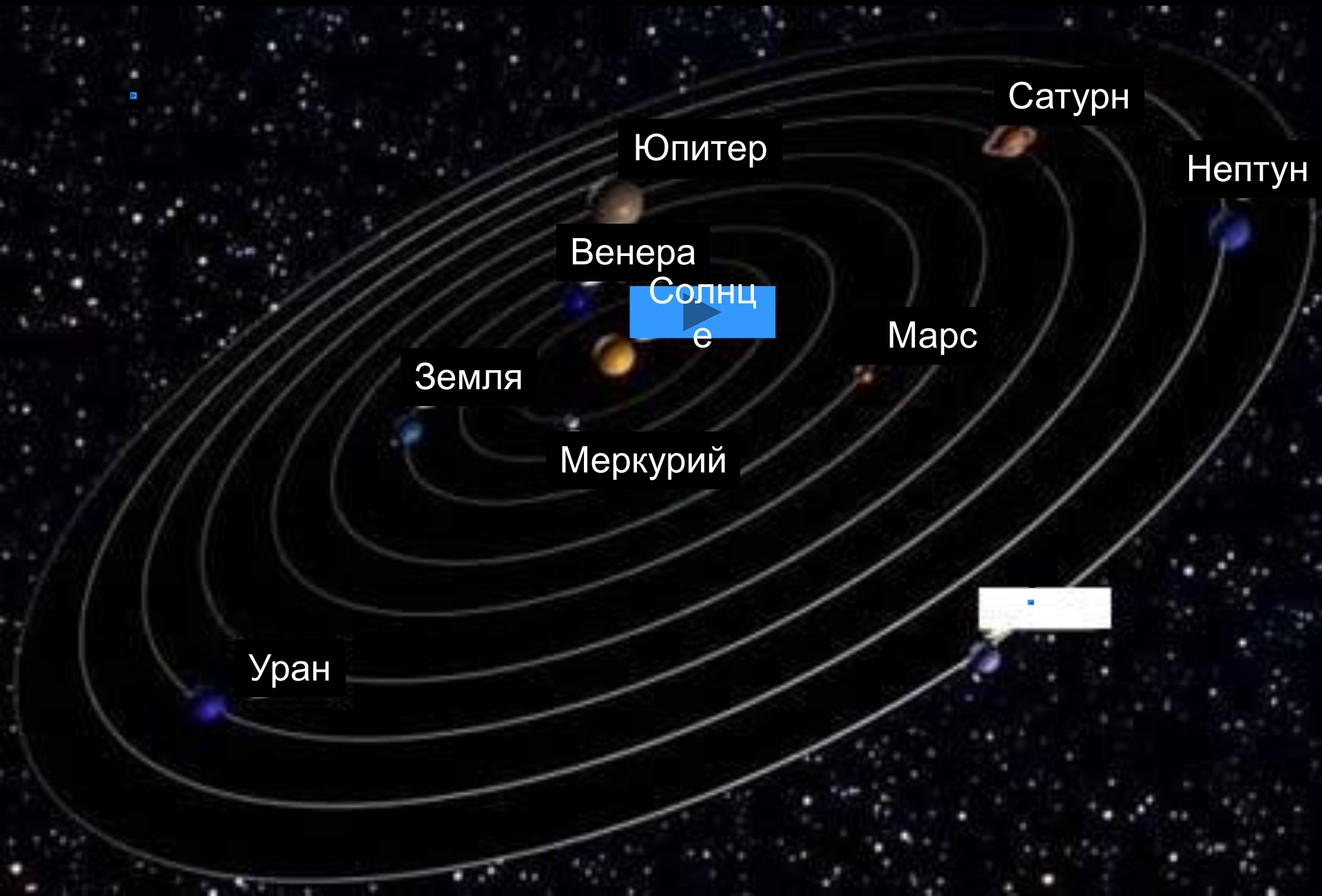


# Астрономия

Вечер космоса



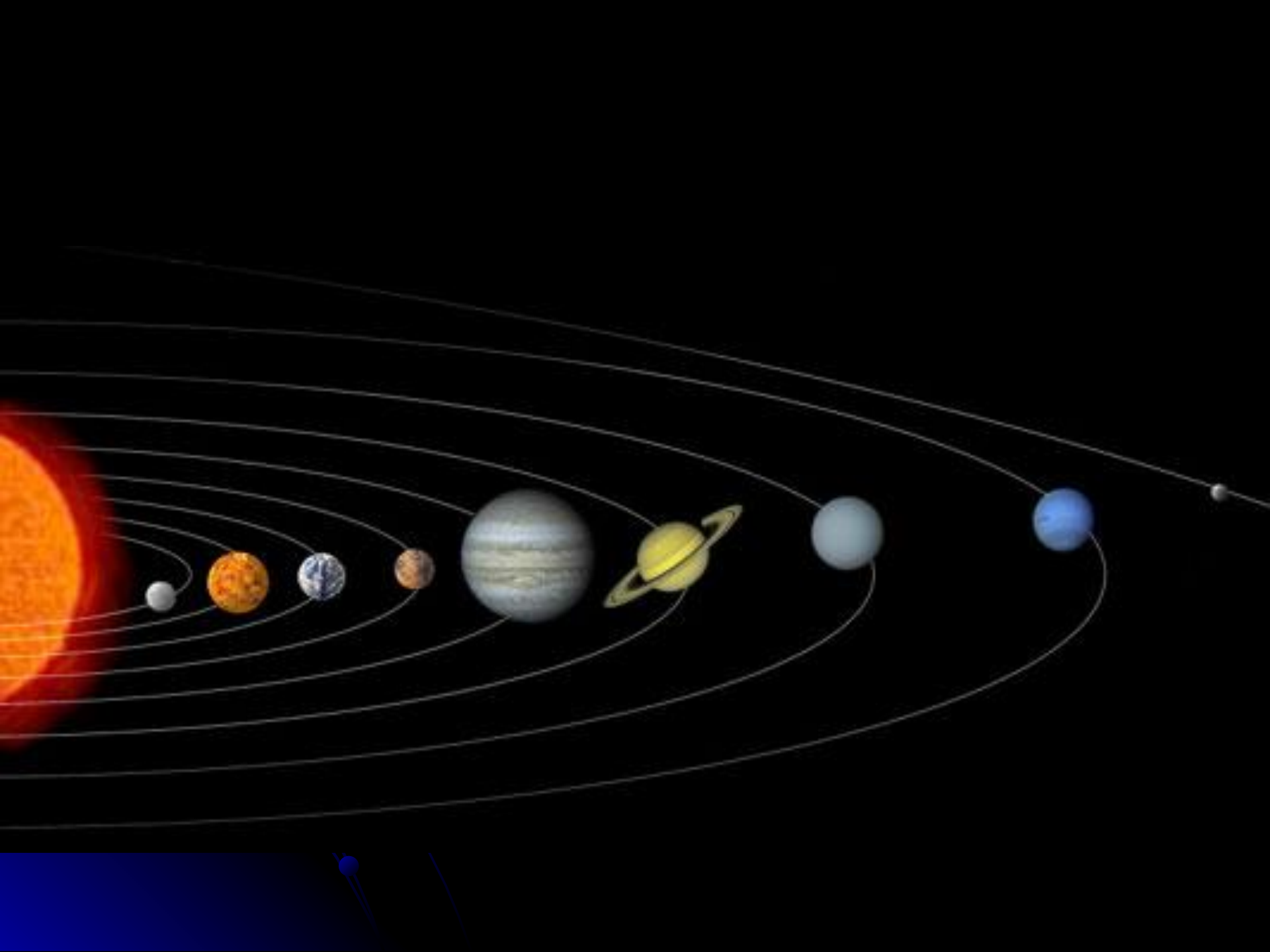
# Солнечная система



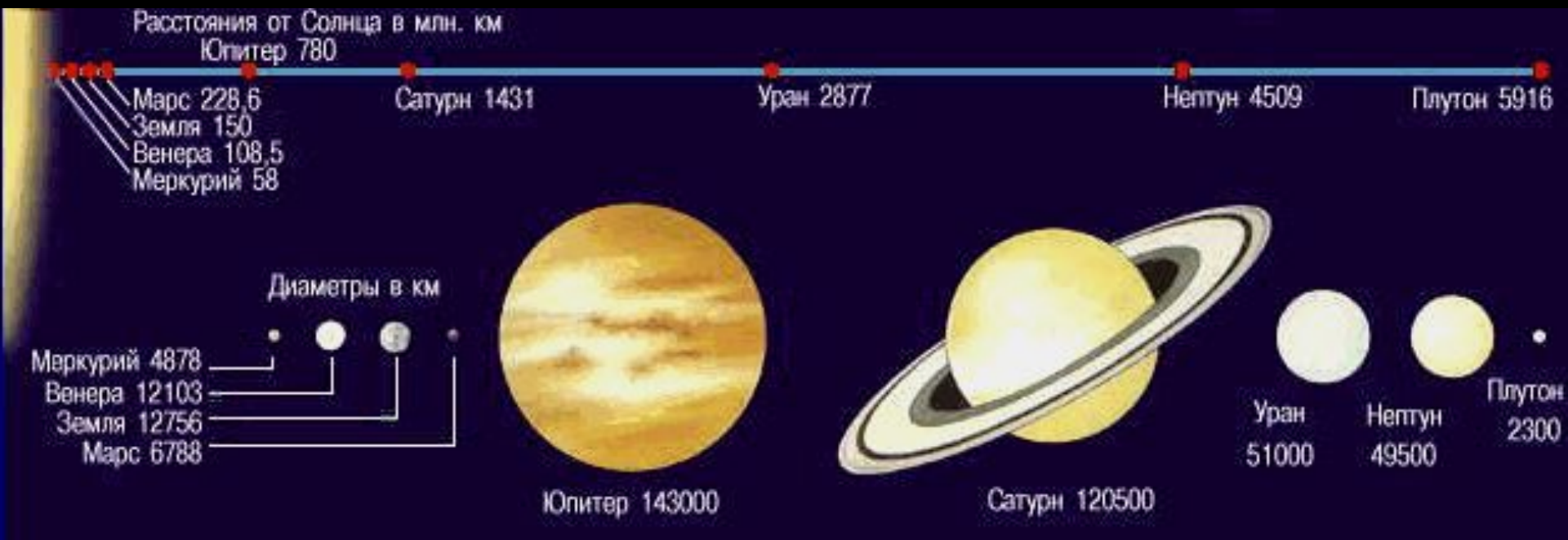
# Символы планет

	<i>Меркурий</i>		<i>Луна</i>	
	<i>Венера</i>		<i>Солнце</i>	
	<i>Земля</i>		<i>Плутон</i>	
	<i>Марс</i>			

	Меркурий	Венера	Земля	Марс	Юпитер	Сатурн	Уран	Нептун	Плутон
Масса (Земля=1)	0.055274	0.815005	1	0.10745	<b>317.83</b>	95.159	14.5	17.204	0.0025
Масса в тоннах	0,33 x 10 <sup>21</sup>	4,870 x 10 <sup>21</sup>	5,976 x 10 <sup>21</sup>	6,418 x 10 <sup>20</sup>	<b>18,98 x 10<sup>23</sup></b>	5,685 x 10 <sup>23</sup>	8,622 x 10 <sup>22</sup>	1,027 x 10 <sup>23</sup>	1,51 x 10 <sup>19</sup>
Экваториальный радиус (Земля=1)	0,382	0,949	1.000	0,532	<b>11,209</b>	9,449	4,0073	3,8826	0,180
Экваториальный радиус (в км)	2439	6051	6378	3393	<b>71492</b>	60268	25559	24764	1195
Средняя плотность (г/см <sup>3</sup> )	5,43	5,25	<b>5,52</b>	3,95	1,33	0,69	1,29	1,76	1,1
Период вращения (Земля=1)	58,6462	<b>-243,0185</b>	1	1,02596	0,41354	0,44401	-0,718	0,67125	-6,3872
Сидерическое вращение	58.65 дней	<b>241.01 дней</b>	23.934 5 часов	24.6229 часов	9.841 часов	10.233 часов	17.9 часов	19.2 часов	6.3872 дней
Наклон орбиты экватора (градусы)	0.01	<b>177.36</b>	23.45	25.19	3.12	26.73	97.77	28.32	122.46
Число спутников	0	0	1	2	28	<b>30</b>	21	8	1



# Расстояние от Солнца по удалённости планет в млн. км. с указанием диаметра



# Планеты Земной группы



Земля

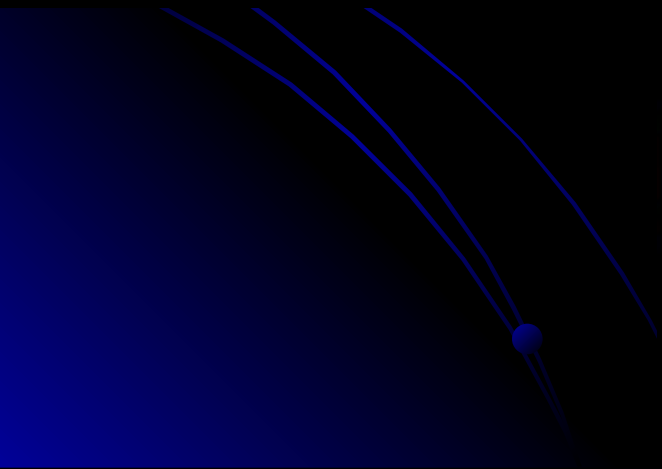
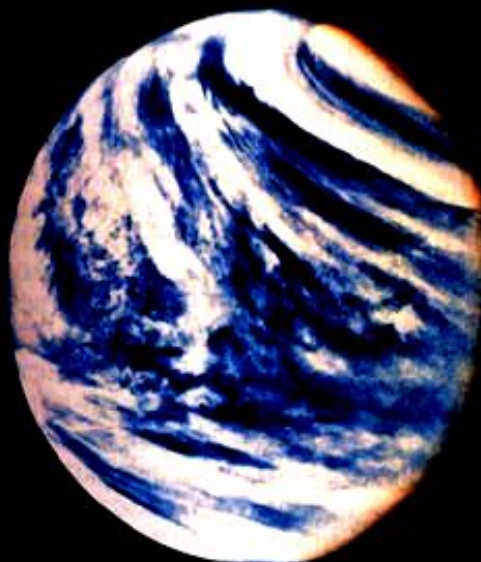
Марс



Меркурий



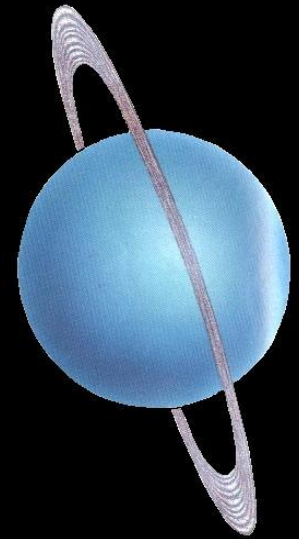
Венера



# Планеты-гиганты



Юпитер



Уран



Сатурн



Нептун



# Планеты - гиганты

большие планеты, расположенные за поясом астероидов до Нептуна включительно: Юпитер, Сатурн, Уран и Нептун. Они представляют собой газообразные тела, сжатые под гигантским давлением; они значительно больше по размерам и массе, чем планеты земной группы, меньше по плотности, быстрее вращаются. Планеты-гиганты имеют многочисленные семьи спутников и системы колец. Около 98% суммарной массы планет Солнечной системы приходится на долю планет-гигантов.

# Юпитер

## Физические характеристики:

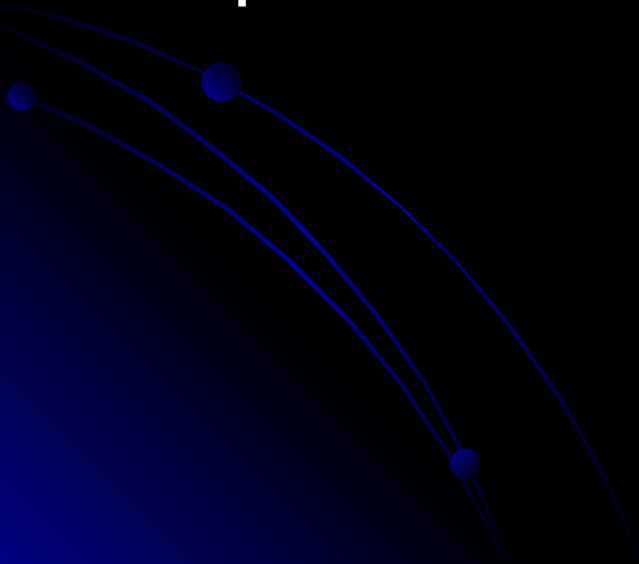
- масса  $M = 317.94$  масс Земли,
- радиус  $R = 69800$  км ( $10.96 R$  Земли),
- средняя плотность =  $1.35$  г/см<sup>3</sup>,
- наклон оси вращения  $3.07^\circ$ ,
- период вращения  $P$  и продолжительность солнечных суток - 9ч 50мин.

## Удаление от Земли:

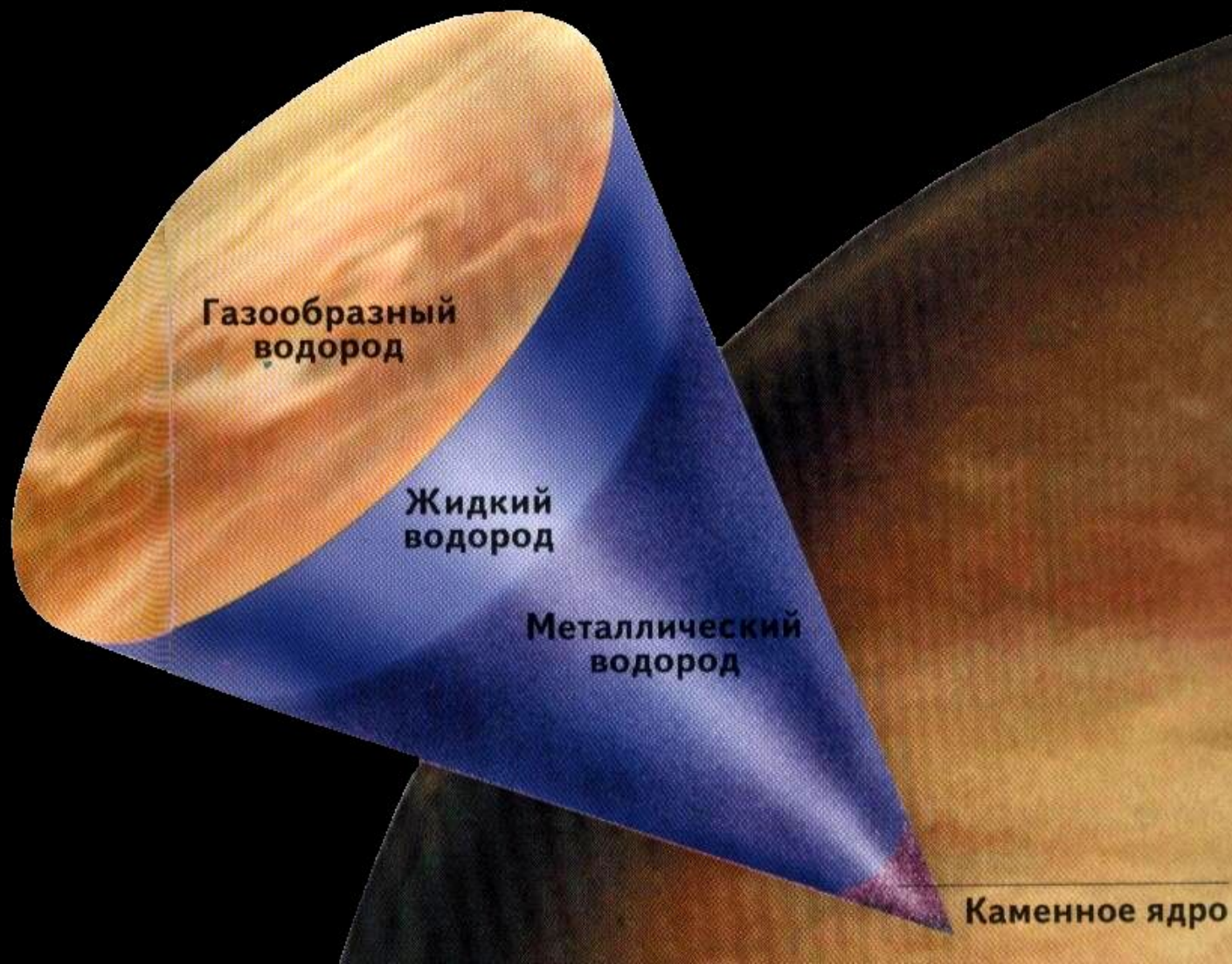
- максимальное - 6.45 а. е.;
- минимальное - 3.95 а. е.

# Историческая справка Юпитера

**Юпитер** (от лат. имени бога Iuppiter, Iovis Pater от iuvare - "помогать") - пятая от Солнца планета Солнечной системы (большая полуось орбиты  $a=5.203$  а. е.).  
Первым наблюдает Галилей в 1610 г.



# Внутреннее строение Юпитера



# Внутреннее строение Юпитера

В глубине Юпитера материя начинает вести себя весьма необычным образом. Хотя нельзя исключить, что в центре планеты имеется небольшое железное ядро, но все же наибольшая часть глубинной области состоит из водорода. Внутри планеты под огромным давлением водород из газа превращается в жидкость. На все более и более глубоких уровнях давление продолжает повышаться из-за колоссального веса вышележащих слоев атмосферы.

На глубине около 100 км расположен безбрежный океан жидкого водорода. Ниже 17000 км водород оказывается сжат настолько сильно, что его атомы разрушаются.

# Внутреннее строение Юпитера

И тогда он начинает вести себя, как металл; в этом состоянии он легко проводит электричество. Электрический ток, протекающий в металлическом водороде, создает вокруг Юпитера сильное магнитное поле.

• Металлический водород в глубинах Юпитера – это пример необычного вида материи, который астрономы могут изучать, но который практически невозможно воспроизвести в лабораторных условиях.

# Атмосфера Юпитера

Темные красноватые полосы на Юпитере называются поясами, а более светлые полосы – зонами. Фотографии, сделанные космическим телескопом «Хаббл», показывают, что всего за несколько недель в поясах и зонах происходят заметные изменения. Это связано с тем, что видимые для нас характерные черты Юпитера в действительности являются цветными и белыми облаками верхних слоев атмосферы. Вблизи Большого Красного пятна облака образуют красивые картины с вихрями и волнами. Крутящиеся в вихрях облака сдуваются вдоль полос сильнейшими ветрами, скорость которых превышает 500 км/ч.

Большая часть атмосферы Юпитера оказалась бы губительной для людей. В дополнение к преобладающим газам (водороду и гелию) там содержится также метан, ядовитый аммиак, водяные пары и ацетилен. Этот газовый состав похож на солнечный.

# Атмосфера Юпитера

В белых облаках содержатся кристаллы замерзшего аммиака и водяного льда. Коричневые, красные и синие облака, возможно, обязаны своим цветом химическим веществам, подобным нашим красителям, или сере. Через наружные слои атмосферы бывают видны грозовые молнии.

Активный облачный слой довольно тонок, он составляет менее 1/100 радиуса планеты. Ниже облаков температура постепенно повышается. И хотя на поверхности облачного слоя она равна  $-160^{\circ}\text{C}$ , опустившись сквозь атмосферу всего на 60 км, мы обнаружили бы такую же температуру, как на поверхности Земли. А еще немного глубже температура уже достигает точки кипения воды.

В облаках Юпитера имеются, кроме того, очень большое количество вихрей и крупных пятен. Самое большое из них – так называемое Большое Красное пятно, превосходящее по своим размерам Землю.



# Большое Красное пятно

Большое Красное пятно  
представляет  
собой огромного  
размера бурю в  
атмосфере  
Юпитера,  
которую  
наблюдают вот  
уже 300 лет.



# Спутники Юпитера

До 1980 г. считалось, что Юпитер обладает самым многочисленным семейством спутников. Первые четыре спутника были открыты ещё в 1610 г. Галилеем, и их называют "галилеевыми спутниками". Это Ио, Европа, Ганимед (самый крупный спутник Юпитера) и Каллисто. Их радиусы чуть больше или примерно равны радиусу Луны. В 1892 г. был открыт самый близкий к Юпитеру и гораздо меньший по размерам (его оси - 230 и 130 км) спутник - Амальтея. В XX в. были открыты ещё 11 небольших по размерам спутников Юпитера (Гималия, Элара, Пасифе, Синопе, Лиситея, Карме, Ананке, Леда, Фива (Теба), Адрастея и Метида. Семейство шестнадцати спутников Юпитера на данный момент считается вторым по многочисленности в Солнечной системе (после семейства спутников Сатурна).

В последние десятилетия было установлено наличие кольцеобразных систем малых частиц и тел вокруг Юпитера, незаметных при обычных наблюдениях с Земли.

# Кольцо Юпитера



# Кольцо ЮПИТЕРА

Состоит в основном из мелких каменных частиц. Открыто в марте 1979 г. (косвенное обнаружение кольца в 1974 г. по данным «Пионера» осталось непризнанным). Его главная часть имеет радиус 123-129 тыс. км. Это плоское кольцо около 30 км толщиной и очень разреженное – оно отражает лишь несколько тысячных долей процента падающего света.

Увидеть кольцо Юпитера с Земли практически невозможно: оно очень тонкое и постоянно повернуто к наблюдателю ребром из-за малого наклона оси вращения Юпитера к плоскости его орбиты.

# Важнейшие открытия (Юпитер)

1610 – Галилей наблюдает в телескоп Юпитер и его спутники.

1664 – в Оксфорде Роберт Гук описывает и зарисовывает Большое Красное пятно.

1675 – первое правильное измерение скорости света, произведенное при помощи хронометрирования затмений спутников Юпитера.

1932 – в атмосфере Юпитера обнаружены метан и аммиак.

1951 – высказано предположение, что водород на Юпитере обладает свойствами металла.

# Важнейшие открытия (Юпитер)

1955 – случайное открытие радиоволн, излучаемых Юпитером.

1973 – первый космический зонд «Пионер» пролетает вблизи Юпитера.

1979 – встреча «Вояджера» с Юпитером.

Обнаружено вращение Большого Красного пятна, обнаружена небольшая система колец, открыты

полярные сияния, получены великолепные фотографии Юпитера и всех его лун.

1989 – запущен космический зонд «Галилей».

1994 – столкновение кометы с Юпитером.

# Открытые вопросы Юпитера

Следует разобраться с тем, как именно происходит расслоение атмосферы планеты, проявляющее себя полосами на видимой поверхности облаков. Причины возникновения таких воздушных течений ясны разве что в самых общих чертах. Множество вопросов вызывает спутниковая система гиганта.

# Сатурн

## Физические характеристики:

- масса  $M=95.18$  массы Земли,
- радиус  $9.5 R$  Земли,
- средняя плотность =  $0.70 \text{ г/см}^3$ ,
- наклон оси вращения  $26^\circ 45'$ ,
- период вращения  $P$  и продолжительность солнечных суток  $10\text{ч } 14\text{мин.}$

## Удаление от Земли:

- максимальное -  $11.05 \text{ а. е.}$ ;
- минимальное -  $8.01 \text{ а. е.}$

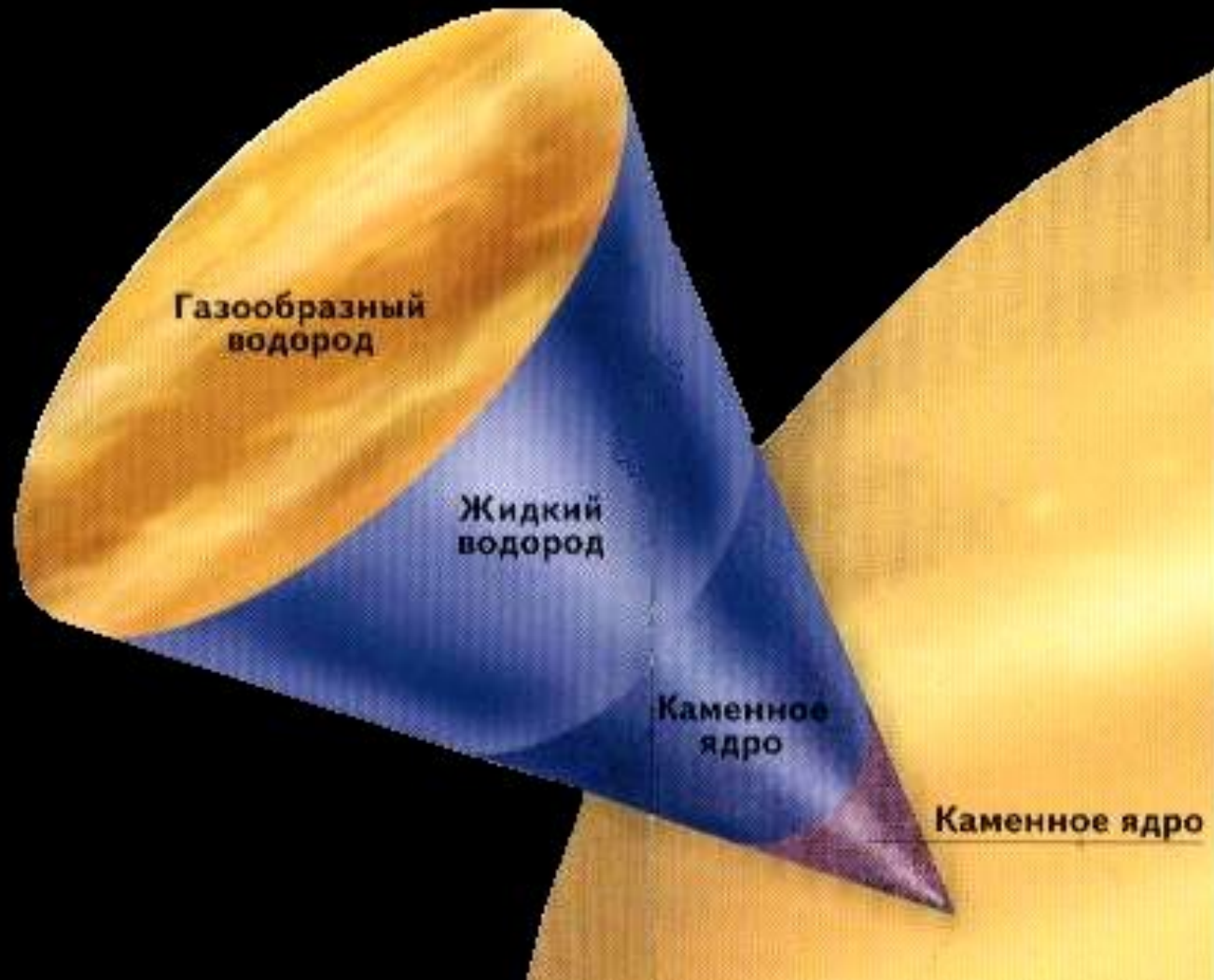


# Историческая справка Сатурна

**Сатурн** (Saturnus) - шестая от Солнца планета Солнечной системы (большая полуось орбиты  $a=9.539$  а. е.).



# Внутреннее строение Сатурна



# Внутреннее строение Сатурна

Ниже атмосферы простирается океан жидкого молекулярного водорода. На глубине около половины радиуса планеты давление в нем достигает 3 млн.

атмосфер, и водород уже не может существовать в молекулярном состоянии.

Он становится металлическим, хотя и по-прежнему жидким.

В центре планеты находится массивное ядро (до 20 земных масс) из камня, железа и, возможно... льда.

# Атмосфера Сатурна

Как и Юпитер, Сатурн в основном состоит из водорода и гелия. Только содержание гелия в его атмосфере ниже: он более равномерно распределён по всей массе планеты. Вследствие меньшей силы тяготения атмосфера Сатурна глубже юпитерианской. Видимо, у Сатурна мощнее верхний слой светлых перистых аммиачных облаков, что делает его не таким «цветным» и полосатым.

Вдоль экватора планеты проходит гигантское атмосферное течение шириной в десятки тысяч километров, скорость его достигает 500 м/с. Хотя пятна атмосферных вихрей на Сатурне уступают по размерам юпитерианскому Большому Красному пятну, но и там наблюдаются грандиозные штормы, видимые даже с Земли.

# Спутники Сатурна

Сейчас в семействе Сатурна известно более 30 спутников. Пять самых больших из них были открыты в XVII в. Это Тефия, Диона, Титан, Япет и Рея. Наибольший из них - Титан, имеющий радиус около 2800 км. Радиусы остальных четырёх спутников - от 410 до 800 км. В XVIII - XIX вв. были открыты ещё 4 спутника меньших размеров. Это Мимас, Энцелад, Гиперион и Феба (самый далёкий от планеты). В 1966 г. были открыты ещё две луны Сатурна - Янус и Эпиметей. В 70-х - 80-х гг. были открыты семь спутников - Эпиметей, Елена, Телесто, Калипсо, Атлас, Пандора и Прометей. В 1990 г. был обнаружен Пан - 18-й спутник, самый близкий к Сатурну и имеющий диаметр около 20 км. С американского космического аппарата "Вояджер" были сделаны фотоснимки, на которых, видимо, присутствуют ещё три луны Сатурна (а возможно, и большее количество), однако для подтверждения их существования нужны дополнительные наблюдения. В любом случае, семейство спутников Сатурна считается самым многочисленным в Солнечной системе.

# Кольца Сатурна



# Кольца САТУРНА

Кольца Сатурна не соприкасаются с планетой. Через большие телескопы можно увидеть три главных кольца. Однако фотографии, сделанные «Вояджером», показывают, что на самом деле у Сатурна имеется огромное количество более узких колечек, которые сливаются вместе, если на них смотреть с большого расстояния. Плоскость колец наклонена к плоскости орбиты на  $29^\circ$ . Поэтому при наблюдении с Земли вид колец постепенно меняется.

Кольца эти нетвердые. Свет ярких звезд доходит до нас прямо сквозь кольца, причем блеск звезд при этом даже не уменьшается. Хотя ширина колец равна 400 000 км, в толщину они имеют всего несколько десятков метров! Внутренние части колец обращаются вокруг Сатурна быстрее, чем наружные.

Кольца в основном состоят из миллиардов мелких частиц, каждая из которых обращается по орбите вокруг Сатурна как отдельная микроскопическая луна! Вероятно, эти «микронуны» состоят из водяного льда или из камней, покрытых льдом. Размер большинства из них — около метра, но в общем, их размеры колеблются от нескольких сантиметров до десятков метров. В кольцах имеются и более крупные объекты — каменные глыбы и обломки до сотен метров в поперечнике.

# Важнейшие открытия (Сатурн)

1610 – первое наблюдение Сатурна в телескоп Галилеем. Его телескоп был недостаточно мощным, чтобы разглядеть кольца, и Галилей записал, что Сатурн состоит из трёх частей.

1633 – самая ранняя зарисовка Сатурна.

1655 – Христиан Гюйгенс открывает Титан.

1656 – Христиан Гюйгенс сообщает о наличии кольца у Сатурна.

1675 – Кассини обнаруживает щель в кольцах.

1837 – открытие щели Энке.



# Важнейшие открытия (Сатурн)

1876 – открытие заметного белого пятна.

1932 – в атмосфере открыты аммиак и метан.

1979 – сближение «Пионера-11» с Сатурном.

1980 – «Вояджер-1» получает изображения Сатурна и Титана.

1981 – полет к Сатурну «Вояджера-2».

1990 – наблюдение Сатурна при помощи космического телескопа «Хаббл».

# Открытые вопросы Сатурна

Нет полной ясности в различиях между Юпитером и Сатурном: чем они вызваны? Может быть, свою роль играет разница масс или расстояний от Солнца? Несмотря на изложенные выше гипотезы, образование кольца Сатурна пока рано считать процессом во всех деталях понятным. Сатурн имеет ось магнитного поля, совпадающую с осью вращения планеты. Это известный единственный случай. В чем причины этого совпадения (или прочих несовпадений) неизвестно. Сатурн имеет очень низкую плотность, и это тоже требует объяснений.

# Уран

## Физические характеристики:

- масса  $M=14.531$  массы Земли,
- радиус  $R=24900$  км ( $3.91 R$  Земли),
- средняя плотность =  $1.35$  г/см<sup>3</sup>,
- наклон оси вращения  $98^\circ$ ,
- период вращения  $P=10$ ч 49мин,
- продолжительность солнечных суток 10ч 49мин.

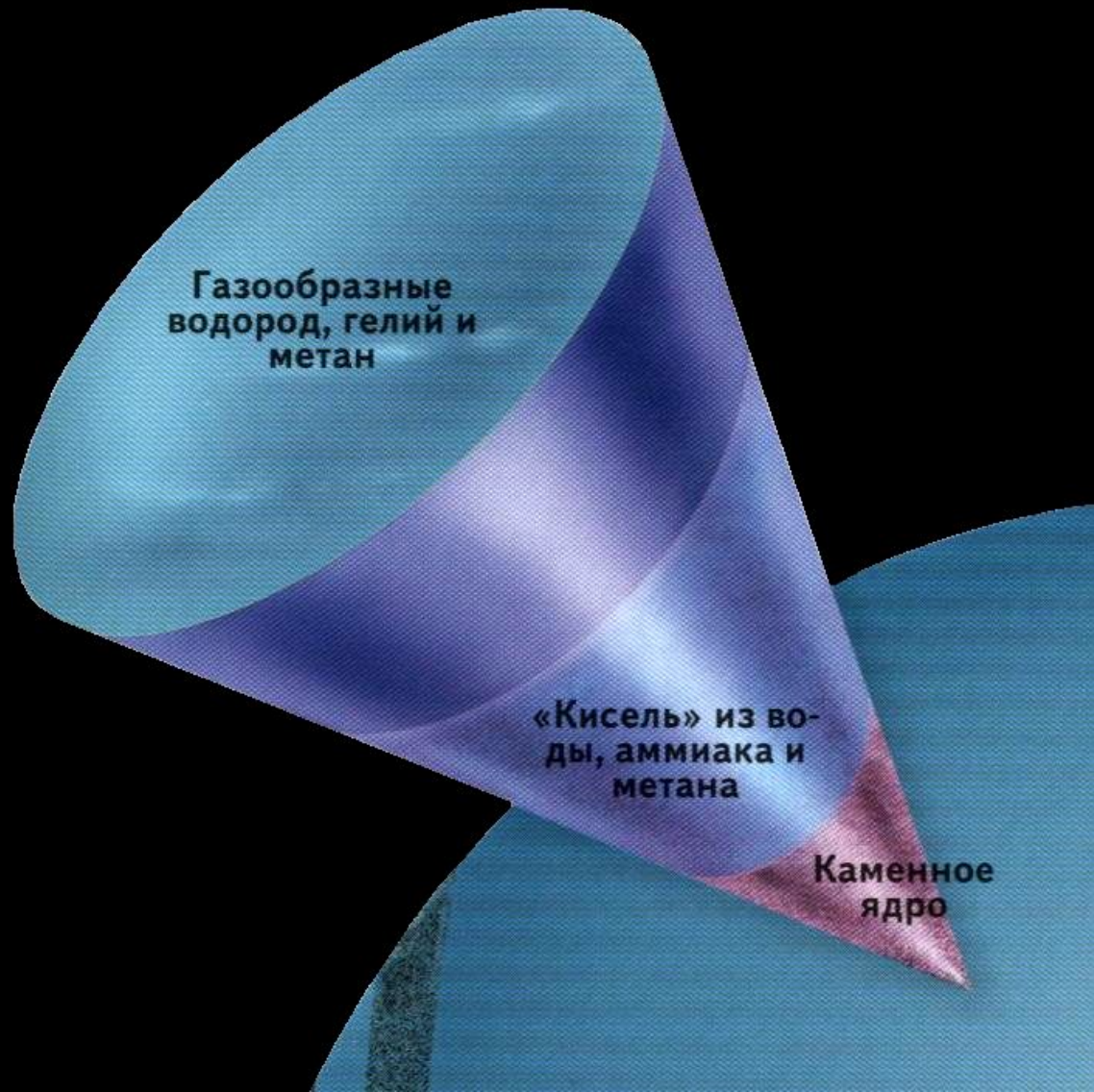
## Удаление от Земли:

- максимальное - 21.1 а. е.;
- минимальное - 17.3 а. е.

# Историческая справка Урана

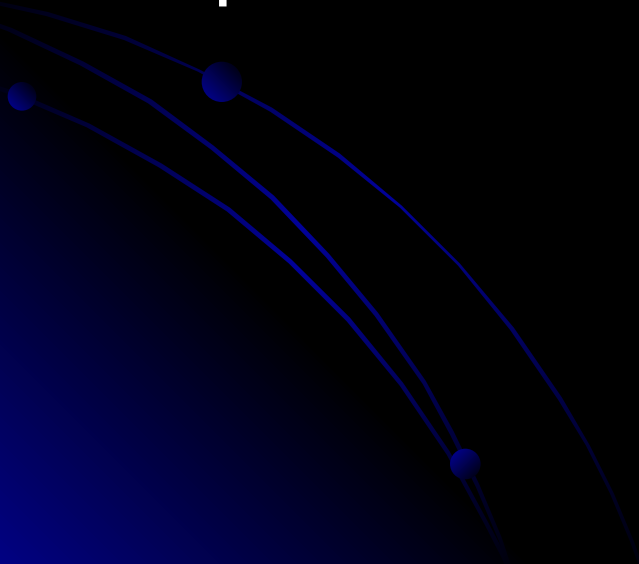
**Уран** (лат. Uranus, от греч. ouranos - "небо") - седьмая от Солнца планета Солнечной системы (большая полуось орбиты  $a=19.191$  а. е.). Открыта Гершелем 13 марта 1781 г. в г. Бат. Изначально Гершель принял Уран за комету. Как выяснилось впоследствии, Уран неоднократно наблюдался ранее, но принимался за обычную звезду. Самая ранняя запись о "звезде" Уран была сделана в 1690 г., когда Джон Флемстид каталогизировал её как 34-ю Тельца. Гершель назвал планету "Georgium Sidus" (Звезда Георга) в честь своего покровителя, британского короля Георга III; другие называли ее планетой Гершеля. Имя "Уран" утвердилось лишь в 1850-м году.

# Внутреннее строение Урана



# Внутреннее строение Урана

Под газовой оболочкой толщиной около 8 тыс. км (треть радиуса планеты) должен располагаться плотный океан из воды, аммиака и метана с температурой поверхности 2200 °С.



# АТМОСФЕРА УРАНА

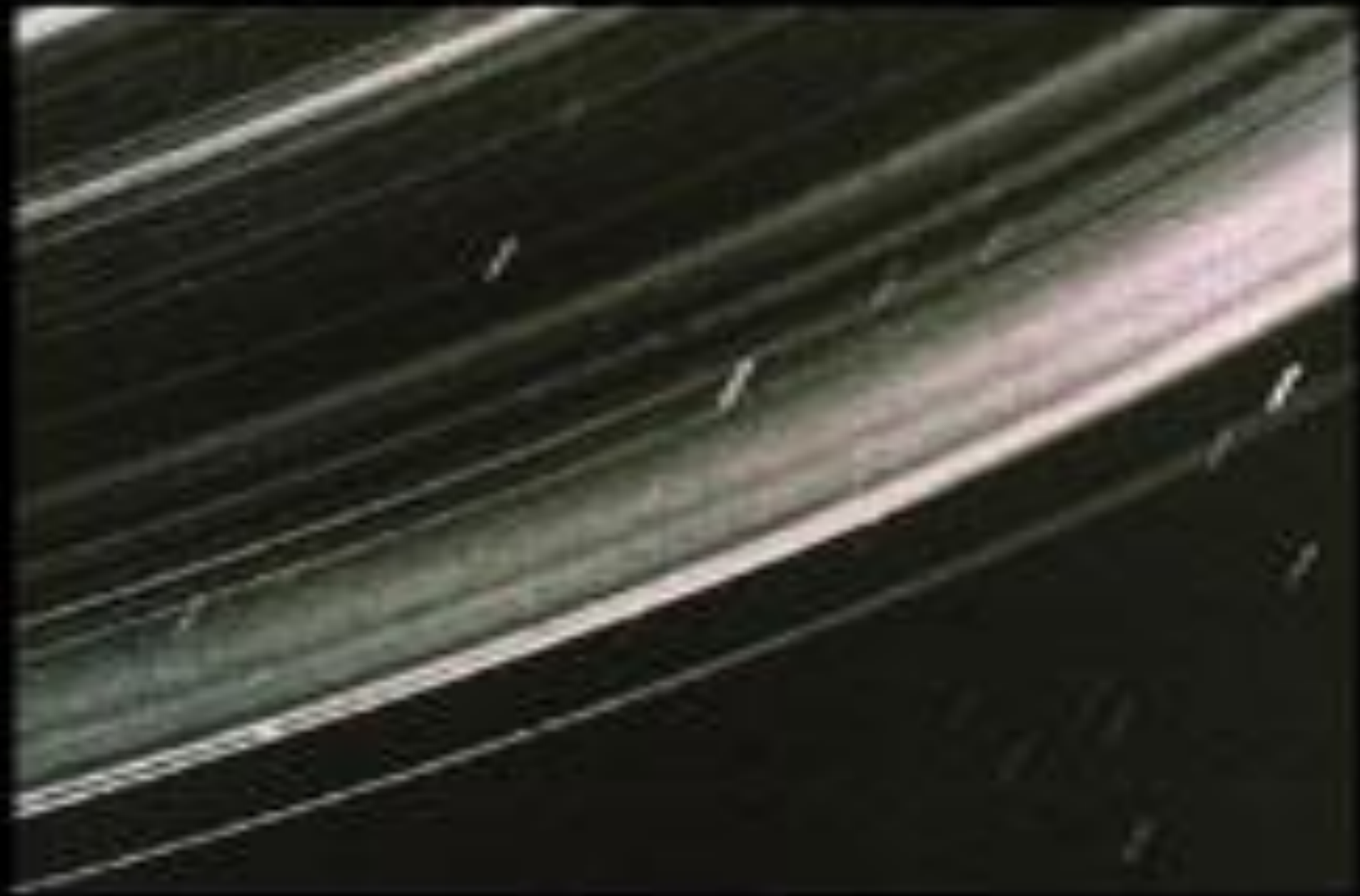
При морозе ( $-218^{\circ}\text{C}$ ) в верхних слоях водородно-гелиевой атмосферы Урана сконденсировалась и теперь постоянно присутствует метановая дымка. Метан хорошо поглощает красные лучи и отражает голубые и зелёные. Поэтому Уран и приобрёл красивый аквамаринный цвет. Все атмосферные явления скрыты метановой дымкой.

# Спутники Урана

Система спутников Урана - самая своеобразная в Солнечной системе. Ось вращения Урана находится почти в плоскости его орбиты вращения вокруг Солнца, он как бы "лежит на боку"; спутники Урана движутся почти точно в его экваториальной плоскости, т.е. в плоскости, перпендикулярной плоскости орбиты Урана. Вплоть до 1980-х гг. было известно пять спутников Урана (Ариэль, Умбриэль, Титания, Оберон и Миранда). Радиусы их - от 250 до 600 км. Съёмки, проведенные космическим аппаратом "Вояджер-2" в 1985-86 гг., показали существование неизвестных ранее спутников: Пак, Порция, Джульетта, Крессида, Розалинда, Белинда, Дездемона, Корделия, Офелия и Бианка. Девять из них имеют от 15 до 100 км в поперечнике, а один - около 160 км. В 1997 г. было открыто ещё два спутника (S/1997 U1 и S/1997 U2), обращающихся вокруг Урана на гораздо более отдалённых орбитах, чем остальные луны этой планеты. Таким образом, всего известно 17 спутников Урана.



# Кольца Урана



# Кольца УРАНА

Кольца Урана были обнаружены благодаря случайности. Астрономам хотелось побольше узнать об атмосфере этой планеты. Когда Уран проходил перед одной слабой звездой, они заметили, что звезда мигнула несколько раз до и после того, как Уран полностью ее закрыл. Никто не предвидел этого явления, а причина его заключалась в наличии у Урана, по крайней мере, девяти слабо выраженных колец, вращающихся вокруг этой планеты. Кольца Урана состоят из больших и малых камней, а также тонкой пыли.

Кольца Урана представляют собой набор из девяти чёрных «паутинок». Радиусы их орбит лежат в пределах 40-50 тыс. км, а ширина лишь 1-10 км, и только внешнее кольцо в самой широкой части достигает 96 км. Каждое кольцо шире всего в той части, которая наиболее удалена от планеты. Толщина же их, как и колец Сатурна, исчисляется десятками метров. Кольца обладают небольшой эллиптичностью и наклоном к экваториальной плоскости Урана.

В январе 1986 г. «Вояджер-2» пролетел мимо Урана и детально исследовал уже известные узкие кольца. Область между плотными кольцами оказалась заполненной прозрачным слоем мелкой пыли. Эта чёрная пыль распределена неоднородно и образует ряд кольцевых структур. Неожиданно выяснилось, что верхняя атмосфера Урана простирается вплоть до колец, что приводит к быстрому торможению их частиц.

# Важнейшие открытия (Уран)

1690 – Уран впервые был описан, но в качестве звезды.

1781 – Уран открыт Уильямом Гершелем как планета.

1787 – Уильям Гершель обнаруживает два спутника Урана.

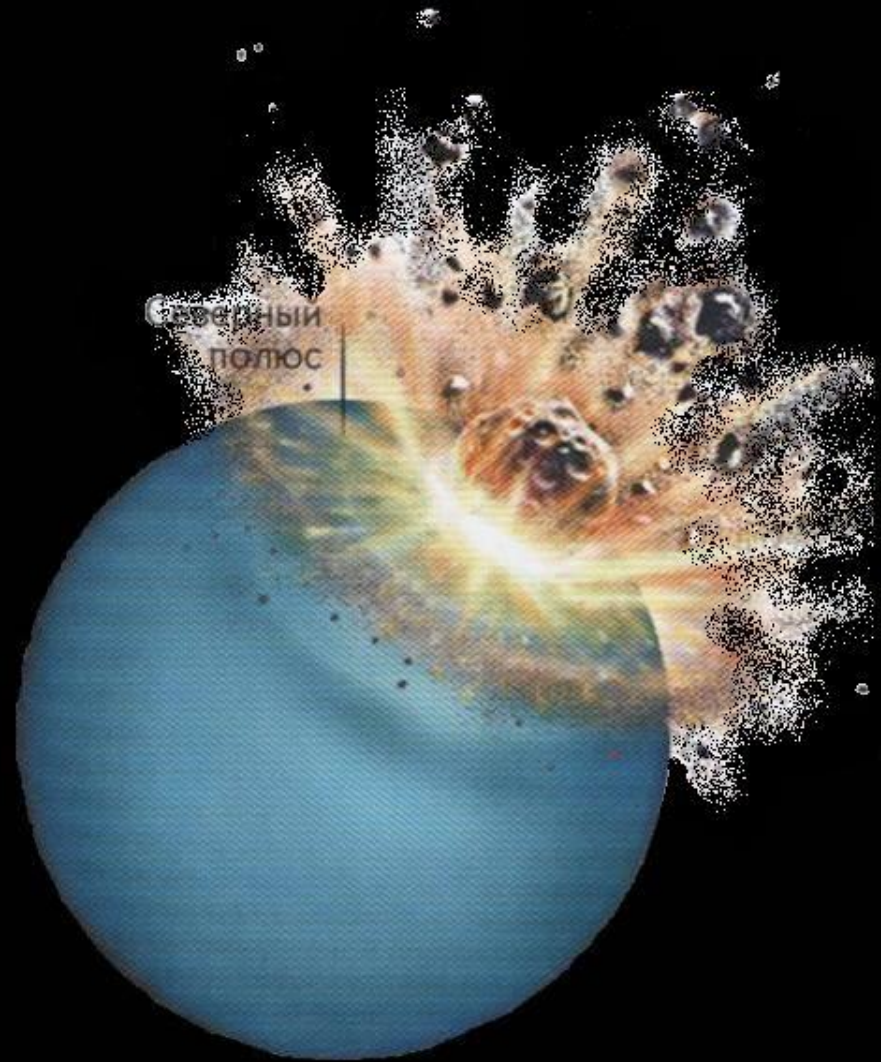
1977 – открыты кольца Урана.

1986 – сближение «Вояджера-2» с Ураном.  
Открыты новые луны Урана.



# Теория

Астрономы предполагают, что вскоре после образования Солнечной системы произошло столкновение Урана с другой большой планетой. Не исключено, что в результате этой коллизии Уран был опрокинут набок.



# Открытые вопросы Урана

Почему Уран не излучает больше тепла, чем он получает от Солнца, как другие газовые планеты? Может, тому причина – внутренний холод?

Почему ось так необычно наклонена? Это произошло из-за большого столкновения?

Почему Уран и Нептун содержат в себе меньше водорода и гелия, чем Юпитер и Сатурн? Просто потому, что они меньшие? Или потому, что они дальше от Солнца?

# Нептун

## Физические характеристики:

- масса  $M=17.135$  массы Земли,
- радиус  $R=24100$  км ( $3.78 R$  Земли),
- средняя плотность =  $1.62$  г/см<sup>3</sup>,
- наклон оси вращения  $29^\circ$ ,
- период вращения  $P$  и продолжительность солнечных суток  $16ч 03мин$ .

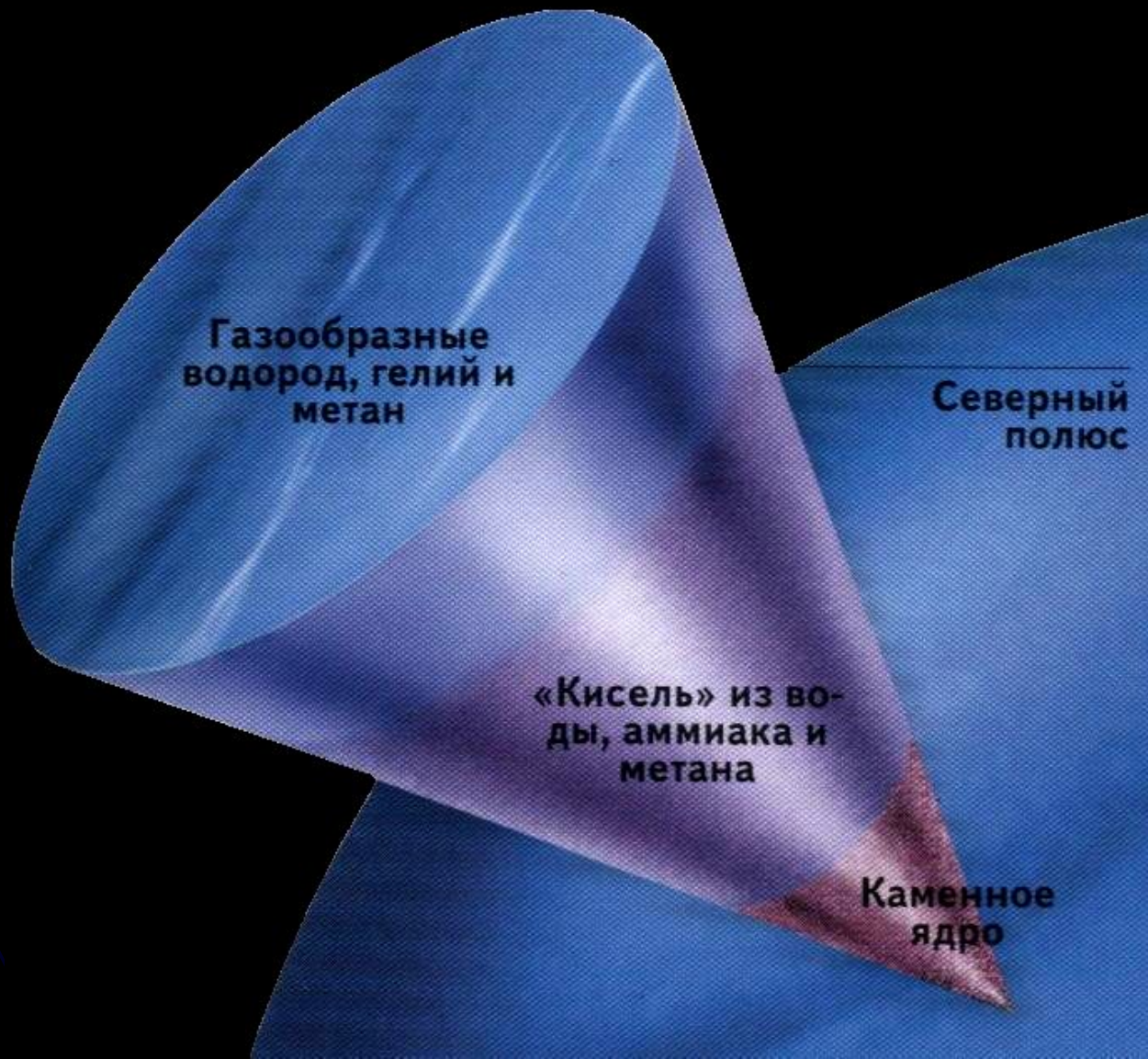
## Удаление от Земли:

- максимальное -  $31.85$  а. е.;
- минимальное -  $30.82$  а. е.

# Вращение Нептуна на боку



# Внутреннее строение Нептуна





# Внутреннее строение Нептуна

Под газовой оболочкой толщиной около 8 тыс. км (треть радиуса планеты) должен располагаться плотный океан из воды, аммиака и метана с температурой поверхности 2200 °С.

- Но весит он чуть больше, а радиус его почти совпадает с радиусом Урана.

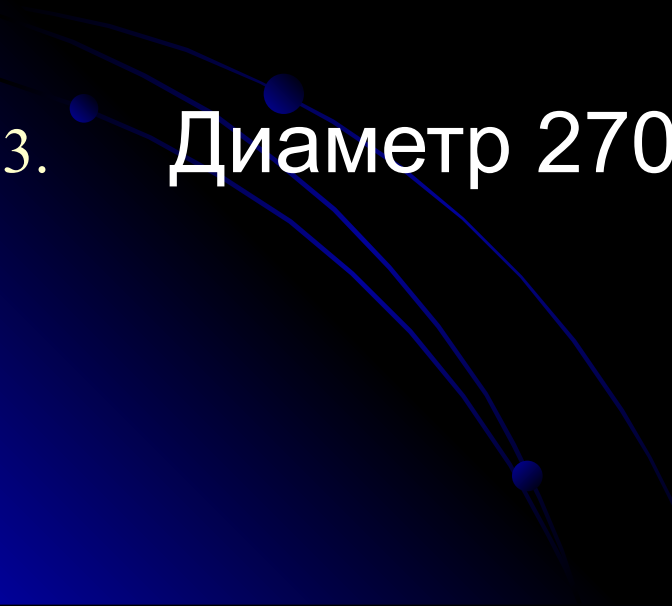
## АТМОСФЕРА НЕПТУНА

В атмосфере Нептуна (как и Урана) меньше водорода и гелия, чем у Юпитера и Сатурна, а его красивая синева связана с тем, что атмосферный метан эффективно поглощает красные лучи. На Нептуне заметны пятна антициклонов. Самый крупный из них назван *Большим Тёмным пятном*. Он украшен по краю белыми облаками; время кругооборота вещества в нём – 16 дней.

# Спутники Нептуна

Нептун имеет восемь спутников и шесть колец. Первый из открытых спутников, Тритон (1846 г.), имеет обратное движение. Это довольно большой спутник радиусом около 1850 км. Второй открытый спутник, менее крупный и более далекий, - Нереида, - испытывает, пожалуй, самые большие среди всех известных спутников относительные возмущения (от Тритона). Этот спутник радиусом около 150 км был обнаружен в 1950 г. В 1989 г. "Вояджер-2" обнаружил у Нептуна шесть новых спутников (Наяда, Таласса, Деспина, Галатея, Ларисса, Протей) и систему колец.

# Тритон

1. Тритон – морское божество, сын Посейдона и nereиды Амфитриты.
  2. Открыт в 1846 г. У. Ласселом.
  3. Диаметр 2700 км; масса  $214 \times 10^{20}$  кг.
- 

# Особенности Тритона

В октябре 1846 года английский астроном-любитель Уильям Лассель открыл у Нептуна спутник – Тритон. Спутник оказался необычным: он движется в направлении, противоположном вращению самой планеты. Сейчас установлено, что 4 внешних спутника Юпитера и самый внешний спутник Сатурна – Феба – также являются обратными. Тем не менее Тритон выделяется среди них: его диаметр 2700 км, и в нём сосредоточена почти вся масса спутниковой системы Нептуна. Кроме того, он обращается очень близко к Нептуну – на расстоянии всего 355 тыс. км. Обратные спутники других планет имеют диаметры в пределах от 30 до 220 км, содержат ничтожную часть массы своих спутниковых систем и удалены от планет на 13 – 25 млн. км.

# Кольца Нептуна



# Кольца НЕПТУНА

В середине 80-х гг. ученые открыли у этой планеты кольца, но очень странные: они были неполными. Эти разорванные кольца стали называть дугами и арками. Вещество в них распределено неравномерно: плотность резко падает у концов дуги. В августе 1989 г. «Вояджер-2» сфотографировал уникальное образование – три плотные яркие арки, нанизанные на непрерывное узкое и прозрачное пылевое колечко. Внутри арок видна цепь отдельных сгустков на расстоянии нескольких сот километров друг от друга. Исследование арок показывает, что в середине они содержат уплотнение шириной 15 км, окружённое прозрачным пылевым шлейфом шириной 50 км. Сложные расчёты позволили сделать вывод о том, что арки Нептуна представляют собой цепочки раннее известных науке эллиптических вихрей антициклонического типа, состоящих из твёрдых частиц. Размеры самых крупных частиц, видимо, достигают нескольких сот метров. Эти уникальные вихри названы эпитонами; они сложным образом взаимодействуют с ближайшим спутником (Галатеей), между собой и с непрерывным пылевым кольцом.

# Открытие Нептуна

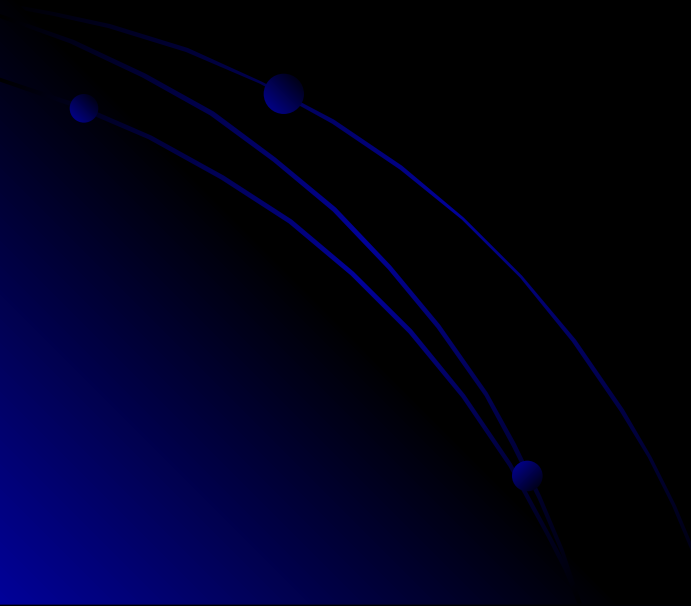
Наблюдения открытого в конце 18 в. Урана, казалось, давали возможность создать точную теорию его движения. Однако сделать этого не удалось: в первые десятилетия 19 в. Уран упорно забежал вперёд, а в последующие годы отставал от предвычисленных положений. Пытаясь понять причину «плохого» поведения Урана, учёные пришли к выводу, что за ним находится ещё одна планета Солнечной системы: она-то своим тяготением и сбивает его с «пути истинного». Но чтобы найти эту неведомую планету, требовалось по отклонениям Урана от предвычисленных положений узнать характер её движения и положение на небе. Иоганн Галле 23 сентября 1846 обнаружил светило, имеющее заметный диск, координаты которого отличались от координат известных звёзд. Так, «на кончике пера», был открыт Нептун – восьмая большая планета Солнечной системы.



# Важнейшие открытия (Нептун)

1846 – открытие Нептуна.

1989 «Вояджер-2» проходит вблизи Нептуна,  
открывает кольца.



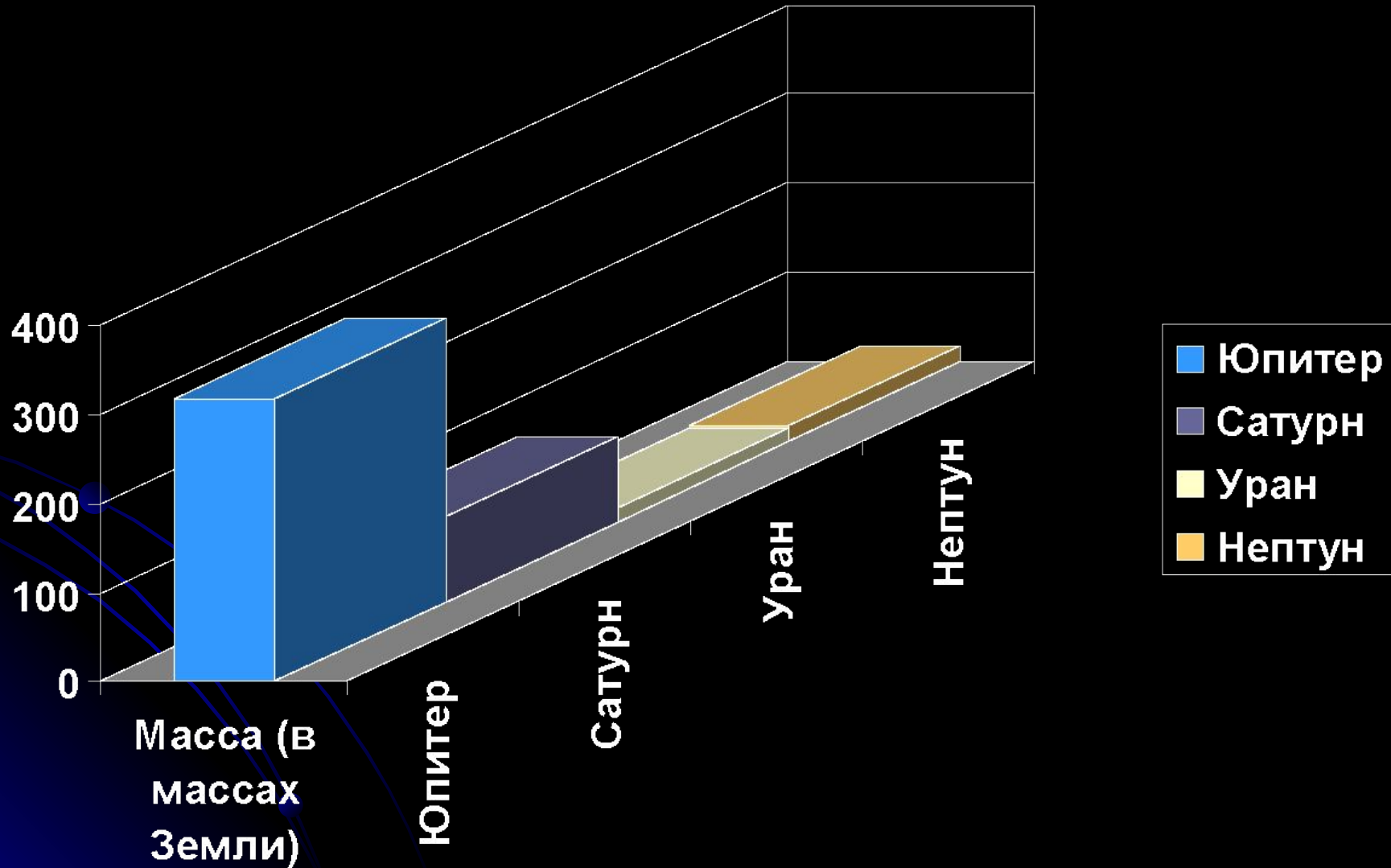
# Открытые вопросы Нептуна

Магнитная ось Нептуна проходит далеко не через центр и под большим углом к оси вращения. Какие процессы формируют такое магнитное поле?

В чем причина недостатка гелия и водорода на Нептуне?

Почему на Нептуне так сильны ветры, тогда как он находится очень далеко от Солнца, а в то же время внутренний источник тепла в недрах планеты недостаточно силен для таких целей?

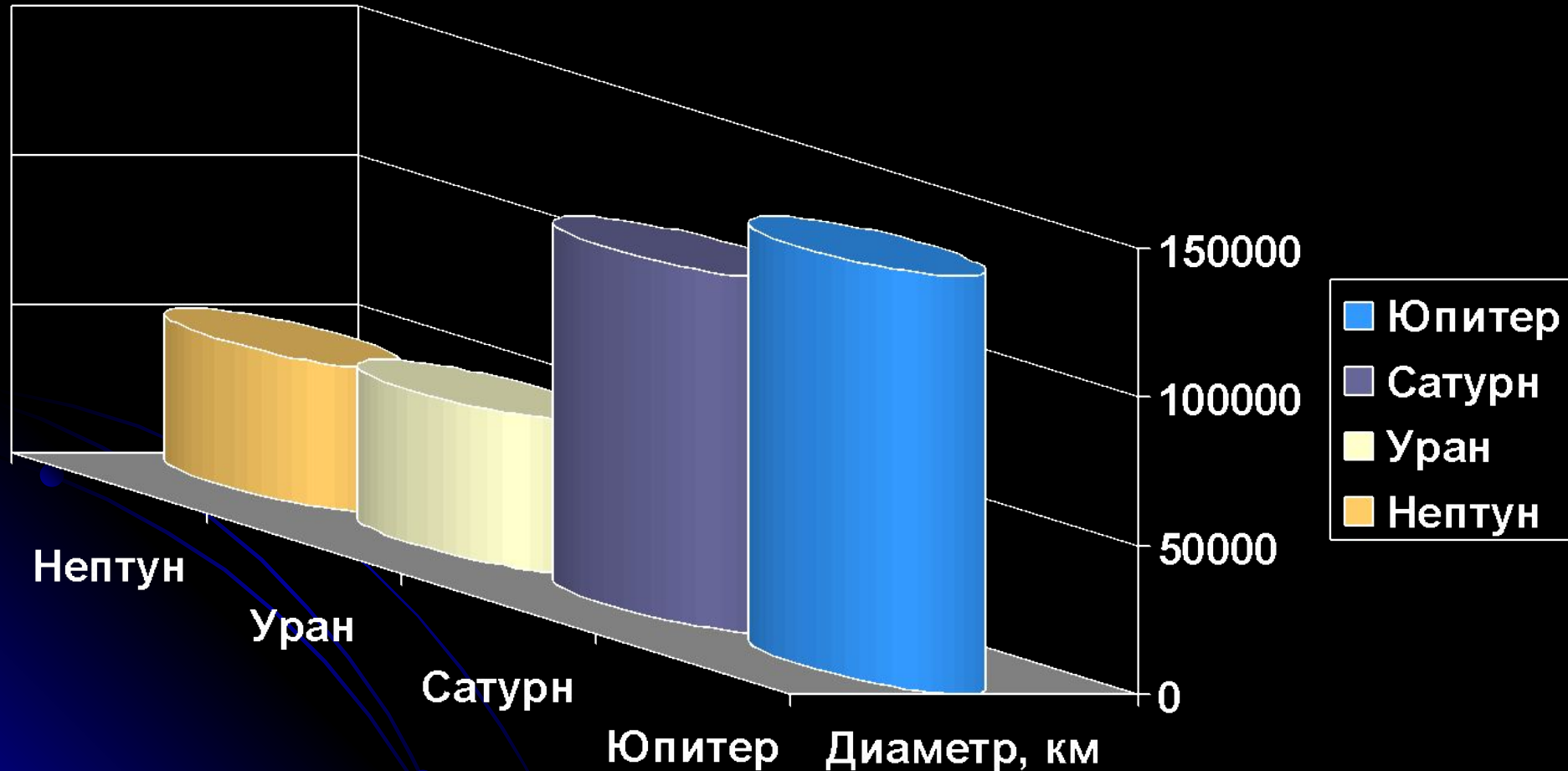
# Сравнение планет-гигантов по массе



# Сравнение планет-гигантов по ПЛОТНОСТИ



# Сравнение планет-гигантов по диаметру



# Солнце



- Видимая звёздная величина  $m = -26.74$ , абсолютная звёздная величина  $M = +4.83m$ .
- Радиус Солнца – 695000 км, т.е. в 109 раз больше экваториального радиуса Земли;
- Масса Солнца -  $1.99 \times 10^{33}$ г, т.е. в 333 000 раз больше массы Земли.
- Средняя плотность солнечного вещества -  $1.41 \text{ г/см}^3$ , что составляет 0.256 средней плотности Земли (солнечное вещество содержит по массе свыше 70% водорода, свыше 20% гелия и около 2% др. элементов).
- Солнце вращается вокруг собственной оси (наклонённой под углом  $83^\circ$  к плоскости эклиптики) в прямом (том же, что и Земля) направлении.
- Эффективная температура поверхности - 5780 К.

# Солнце



- Вращение Солнца имеет дифференциальный характер: экваториальная зона вращается быстрее ( $14.4^\circ$  за сутки), чем высокоширотные зоны (порядка  $10^\circ$  за сутки у полюсов).
- Средний синодический период вращения Солнца (экваториальная зона) - 25.380 суток, средний сидерический период 27.275 суток.
- Скорость на экваторе - около 2 км/с.
- Мощность излучения Солнца - его светимость - около  $3.86 \times 10^{33}$  эрг/с,
- В Солнце сосредоточено 99.866% массы Солнечной системы.

# Особенности вращения Юпитера вокруг Солнца



- сидерический период обращения вокруг Солнца  $T=11.86223$  года,
- эксцентриситет  $e=0.048$ ,
- наклонение  $i=1^{\circ}18'$ ,
- средняя линейная скорость движения по орбите  $V=13.1$  км/с,
- средний синодический период обращения  $S=398.88$  суток.

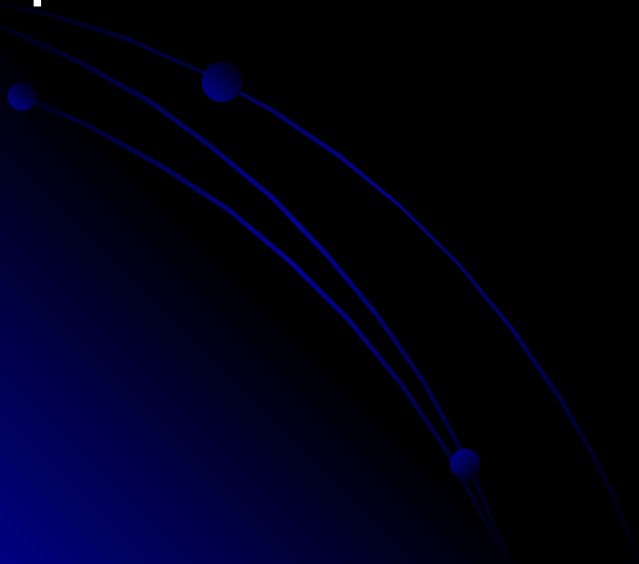


# Особенности вращения Юпитера



вокруг своей оси

Юпитер быстро вращается. Из-за действия центробежных сил планета заметно расплющилась, и её полярный радиус стал на 4400 км меньше экваториального, равного 71400 км.



# Особенности вращения Сатурна вокруг Солнца



- сидерический период обращения вокруг Солнца  $T=29.45772$  года,
- эксцентриситет  $e=0.055$ ,
- наклонение  $i=2^{\circ}29'$ ,
- средняя линейная скорость движения по орбите  $V=9.6$  км/с,
- средний синодический период обращения  $S=378.09$  суток.

# Особенности вращения Сатурна вокруг своей оси

У Сатурна очень короткий период вращения – всего 10 ч 16 мин. Скорость вращения атмосферы в экваториальных зонах больше, чем близ полюсов.



# Особенности вращения Урана вокруг Солнца



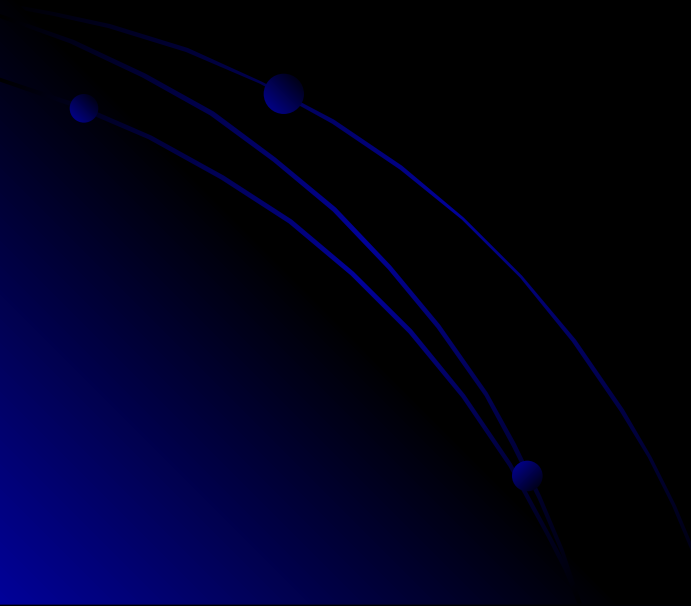
- сидерический период обращения вокруг Солнца  $T=84.01529$  года,
- эксцентриситет  $e=0.047$ ,
- наклонение  $i=0^{\circ}46'$ ,
- средняя линейная скорость движения по орбите  $V=6.8$  км/с,
- средний синодический период обращения  $S=369.66$  суток.

# Особенности вращения Урана



вокруг своей оси

Примечательная особенность этой планеты заключается в том, что она вращается «лежа на боку» (даже слегка «вниз головой»): наклон ее оси вращения  $98^\circ$ .



# Особенности вращения Нептуна вокруг Солнца



- сидерический период обращения вокруг Солнца  $T=164.78829$  года,
- эксцентриситет  $e=0.008$ ,
- наклонение  $i=1^{\circ} 47'$ ,
- средняя линейная скорость движения по орбите  $V=5.4$  км/с,
- средний синодический период обращения  $S=367.48$  суток.

# Особенности вращения Нептуна вокруг своей оси

Период вращения Нептуна вокруг своей оси равен 15 часам 48 минутам.

Магнитное поле Нептуна странно ориентировано.

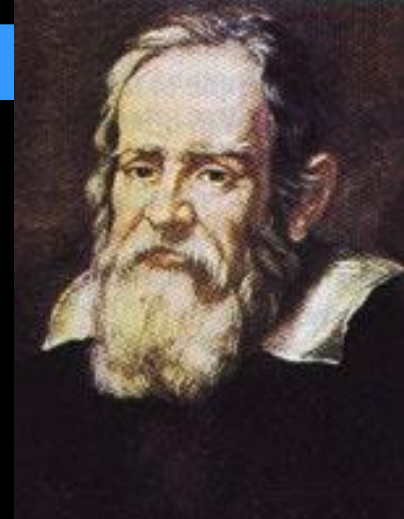
Магнитная ось наклонена на  $47^\circ$  к оси вращения, что на Земле бы могло отразиться в интересном поведении магнитной стрелки.

Кроме того, ось симметрии магнитного поля Нептуна не проходит через центр планеты, а отстает от него более, чем на полградуса.

# Галилео Галилей

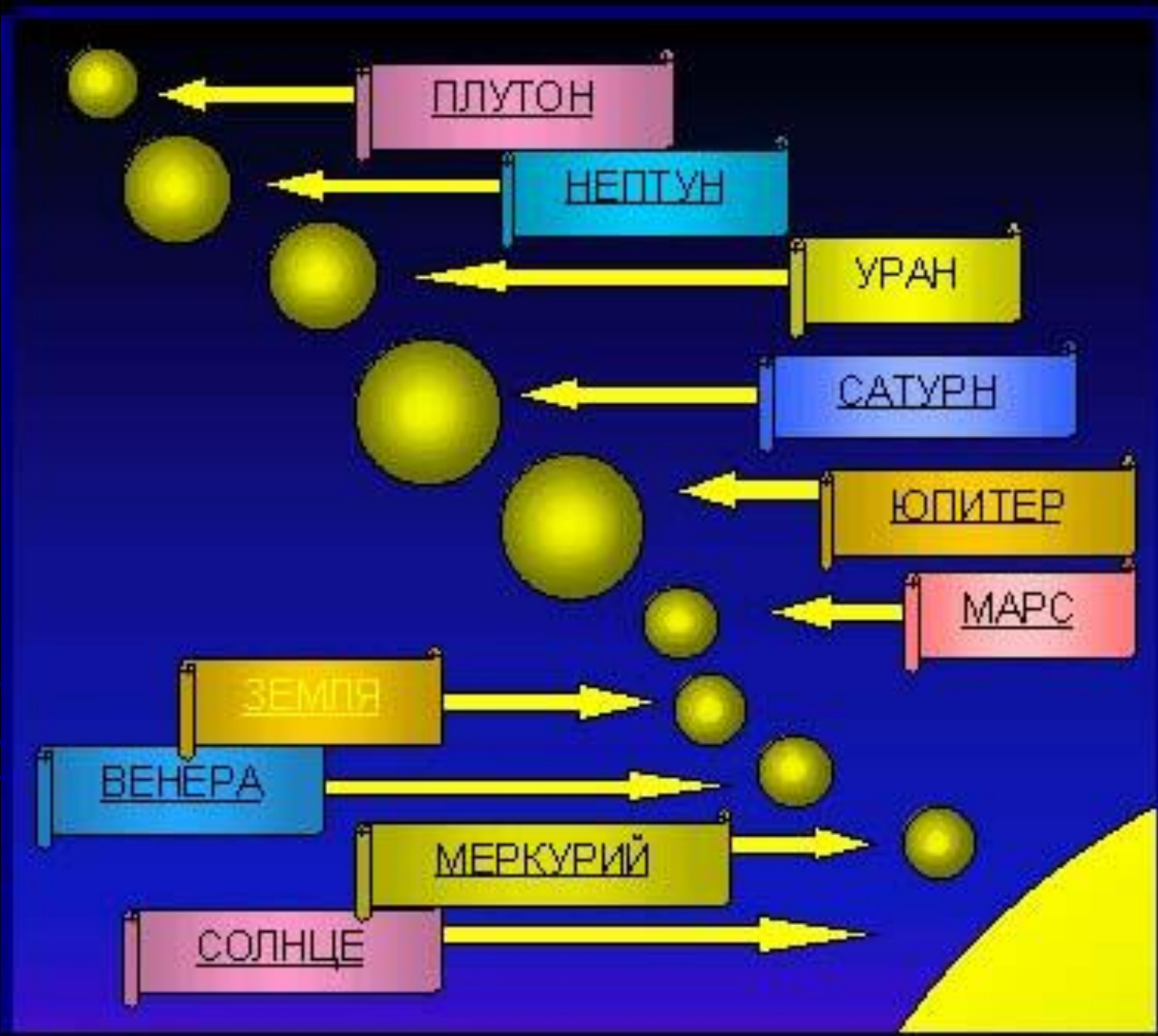
(Galilei)

(15.02.1564, около 15:00, Пиза -  
8.01.1642, Арчетри, близ  
Флоренции)



- Итальянский физик, математик и астроном, один из основоположников современного экспериментально-теоретического естествознания, заложивший основы классической механики; поначалу приверженец, затем противник астрологии.
- Установил, что Млечный Путь состоит из большого количества отдельных звёзд. Труды Галилея подтверждали правильность учения Н. Коперника о гелиоцентрической системе мира.
- Галилей открыл четыре спутника Юпитера, законы обращения Луны, лунный пепельный свет, горы на Луне, пятна на Солнце, вращение Солнца вокруг оси, фазы Венеры, выступы у Сатурна (впоследствии было выяснено, что это его кольца) Галилей заложил основы классической динамики, сформулировав принцип относительности движения, идеи инерции, закон свободного падения тел. Галилей также открыл изохронизм качания маятника, сконструировал микроскоп.





Темное пятно у  
Нептуна

