

Введение в астрономию.



Астрономия - наука о Вселенной, изучающая расположение, движение, строение, происхождение и развитие небесных тел и образованных ими систем.

Основные понятия:

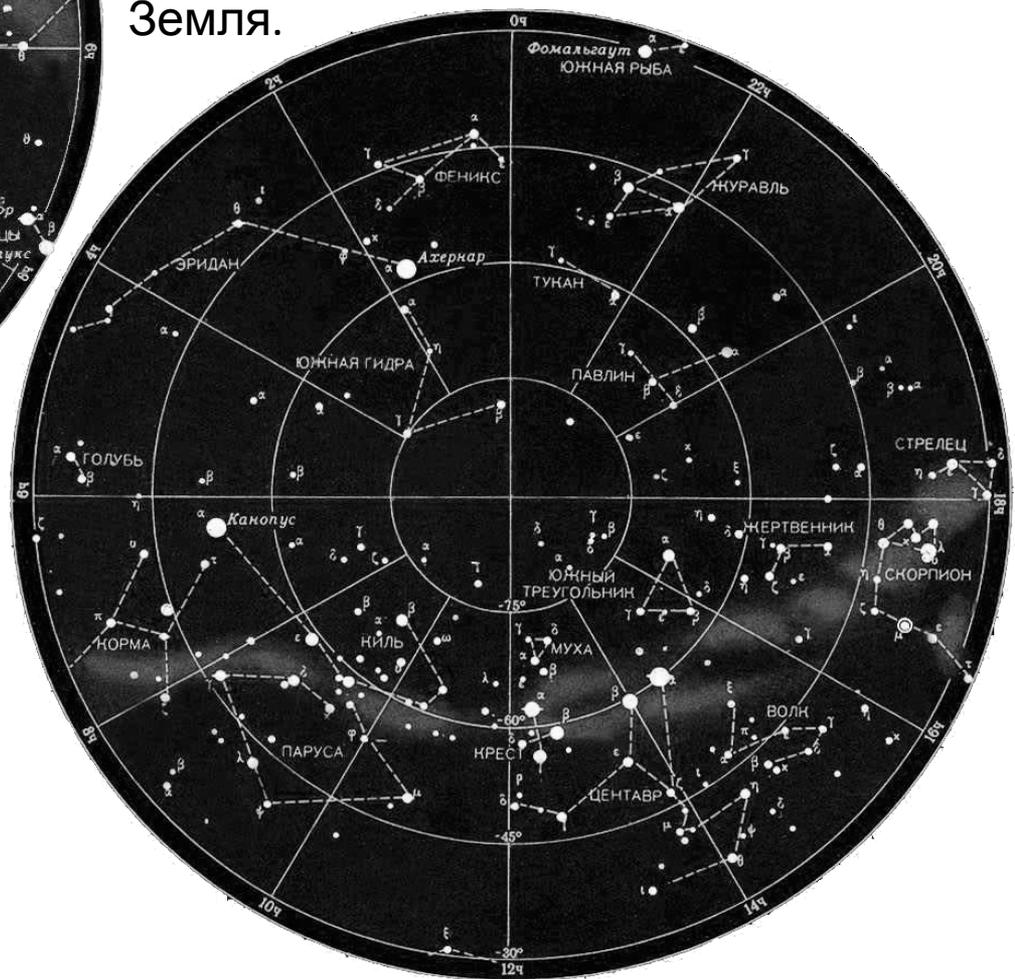
- **Вселенная** - это грандиозное пространство, заполненное планетами, звездами, галактиками, черными дырами, туманностями и другими космическими телами





Невооруженным глазом на всем небе можно видеть примерно 5000 звёзд.

Мы видим лишь половину из них, потому что другую половину звездного неба закрывает от нас Земля.



- **Звёздная величина – m (по блеску)**: безразмерная числовая характеристика яркости объекта.

Характеризует **поток энергии** от светила (энергию всех фотонов в секунду) **на единицу площади**.

Видимая звёздная величина зависит и от физических характеристик самого объекта (то есть светимости), и от расстояния до него.

Понятие звёздной величины используется при измерении потока энергии в видимом, инфракрасном и ультрафиолетовом диапазоне.

Шкала: звезда первой величины в **2,512 раза** ярче звезды второй величины и т.д. Нулевая величина и отрицательная величина – это ещё более яркие звёзды.

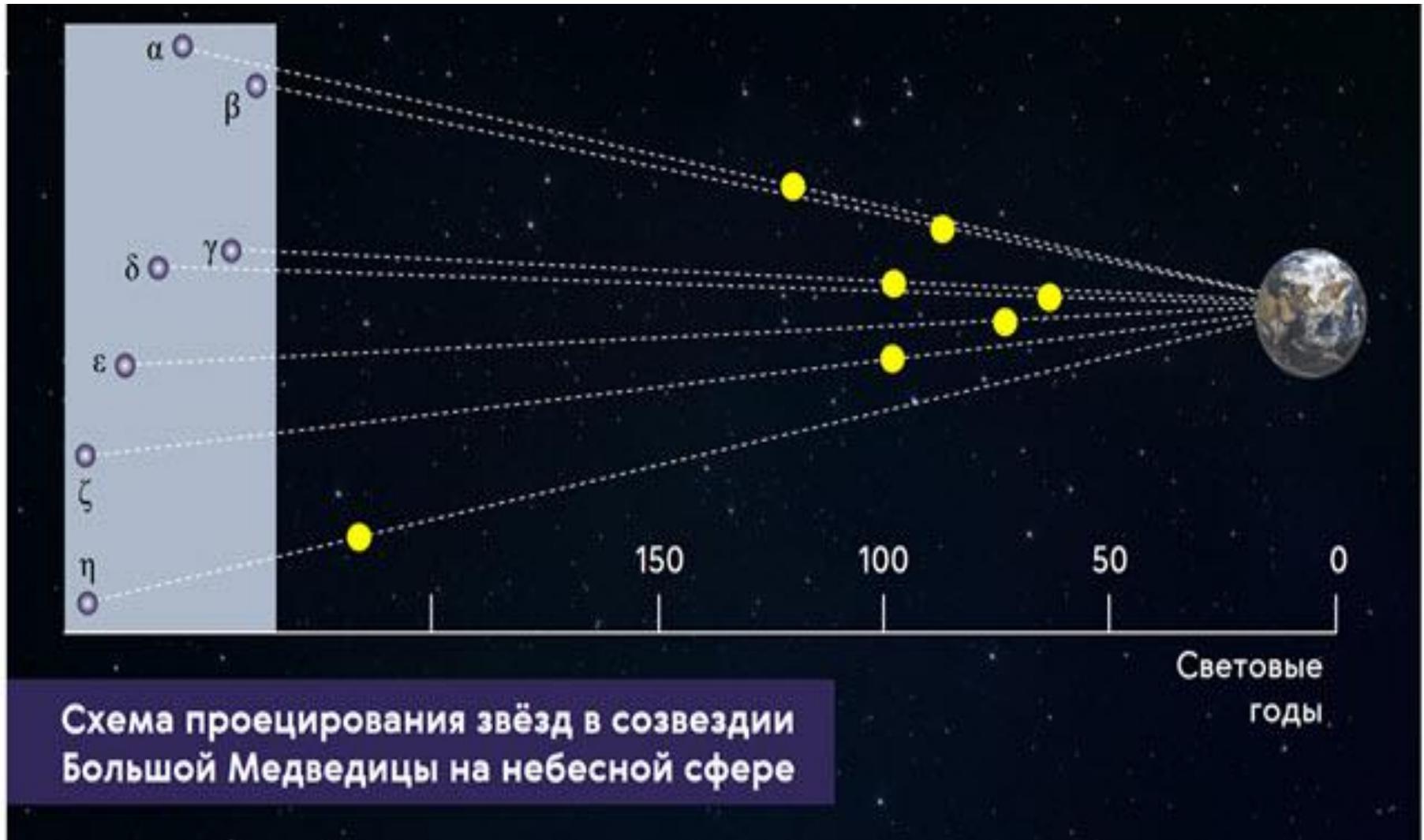
- В созвездиях звезды **обозначаются буквами греческого алфавита в порядке убывания их яркости**.
- Звёзды имеют арабские названия.

Таблица 3.1. Самые яркие звезды, видимые с Земли

Название	Видимая звездная величина	Созвездие
Сириус	-1,5	α Большого Пса
Канопус	-0,7	α Киля
Ригель Центавра	-0,3	α Центавра
Арктур	-0,04	α Волопаса
Вега	0,0	α Лиры
Капелла	0,1	α Возничего
Ригель	0,1	β Ориона
Процион	0,4	α Малого Пса
Ахернар	0,5	α Эридана
Бетельгейзе	0,5	α Ориона
Хадар	0,6	β Центавра
Акрукс	0,7	α Южного Креста
Альтаир	0,8	α Орла
Альдебаран	0,9	α Тельца
Антарес	1,0	α Скорпиона
Спика	1,0	α Девы
Поллукс	1,1	β Близнецов
Фомальгаут	1,2	α Южной Рыбы
Денеб	1,3	α Лебедя

Неб́есная сфе́ра —

воображаемая сфера произвольного радиуса, на которую проецируются небесные тела



Основные линии и точки небесной сферы.

Небесная сфера

O — центр небесной сферы;

M — Светило;

Z — зенит;

Z' — надир;

P_N — Северный полюс мира;

P_S — Южный полюс мира;

Q — верхняя точка небесного экватора;

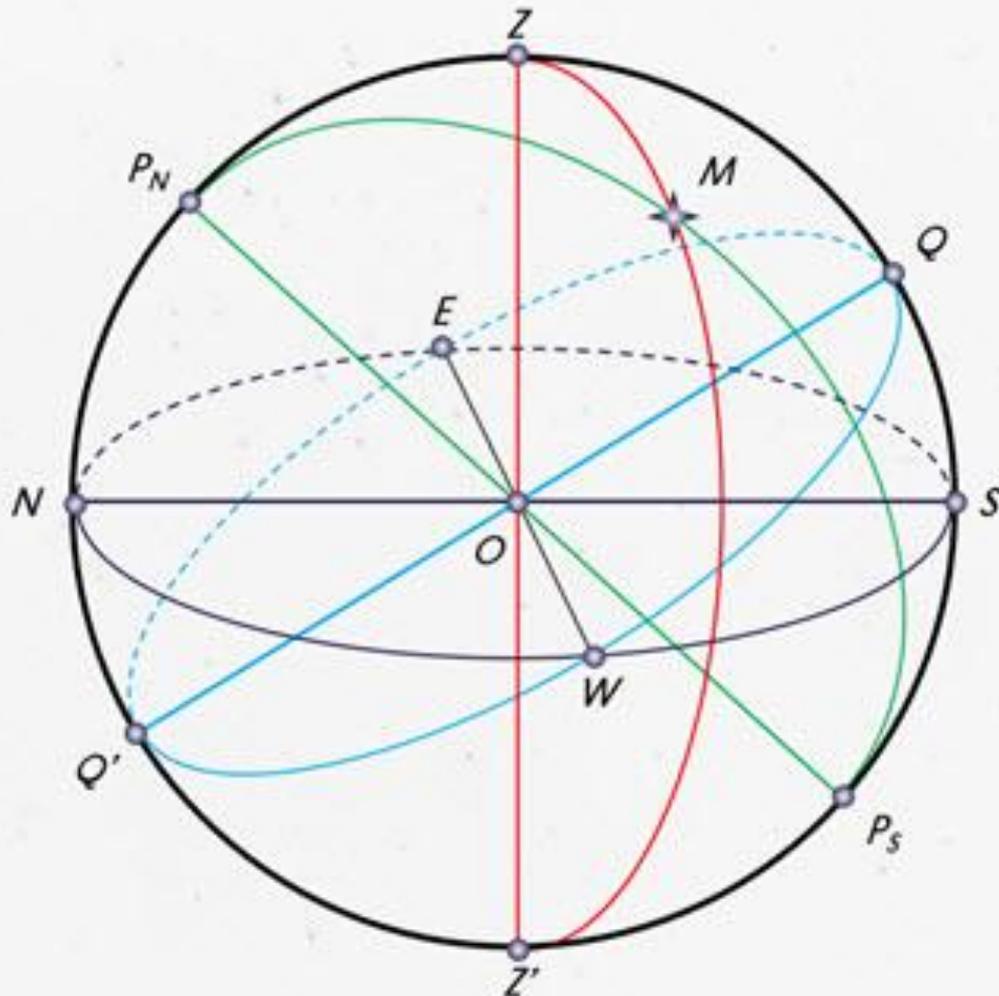
Q' — нижняя точка небесного экватора;

N — север;

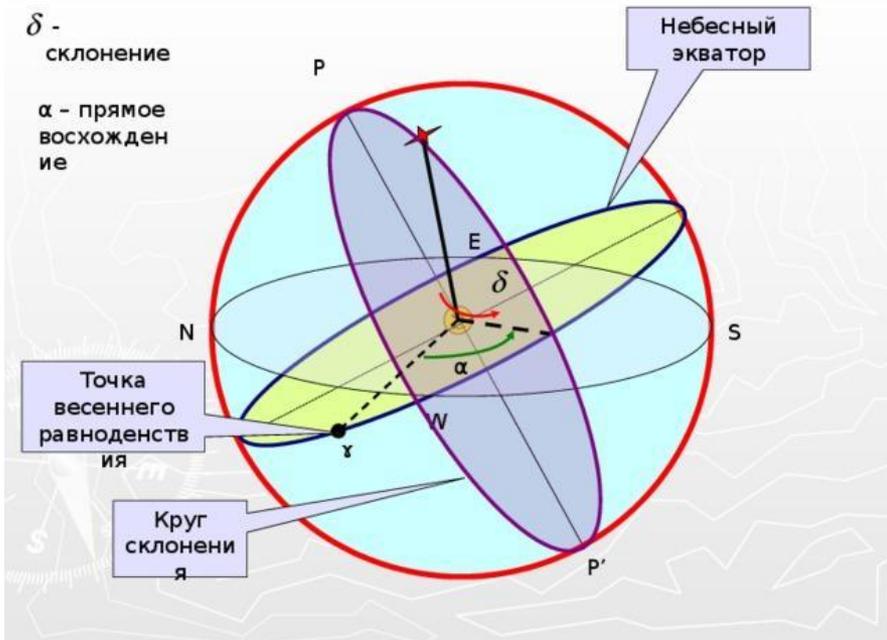
S — юг;

E — восток;

W — запад.



Экваториальная система координат



Прямое восхождение отсчитывается в восточном направлении от точки весеннего равноденствия (то есть в сторону, противоположную суточному вращению небосвода).

Для измерения прямого восхождения применяют либо градусную меру (от 0° до 360°), либо часовую меру (от 0^h до 24^h).

При этом $24^h = 360^\circ$, $12^h = 180^\circ$, $6^h = 90^\circ$, $1^h = 15^\circ$, $30\text{мин} = 7.5^\circ$, $4\text{мин} = 1^\circ$.

Склонением δ светила называется дуга небесного меридиана от небесного экватора до светила, или угол между плоскостью небесного экватора и направлением на светило.

Склонение измеряют в пределах от 0° до 90° в сторону северного полюса мира и от 0° до -90° в сторону южного полюса мира.

Взгляд в звездное небо

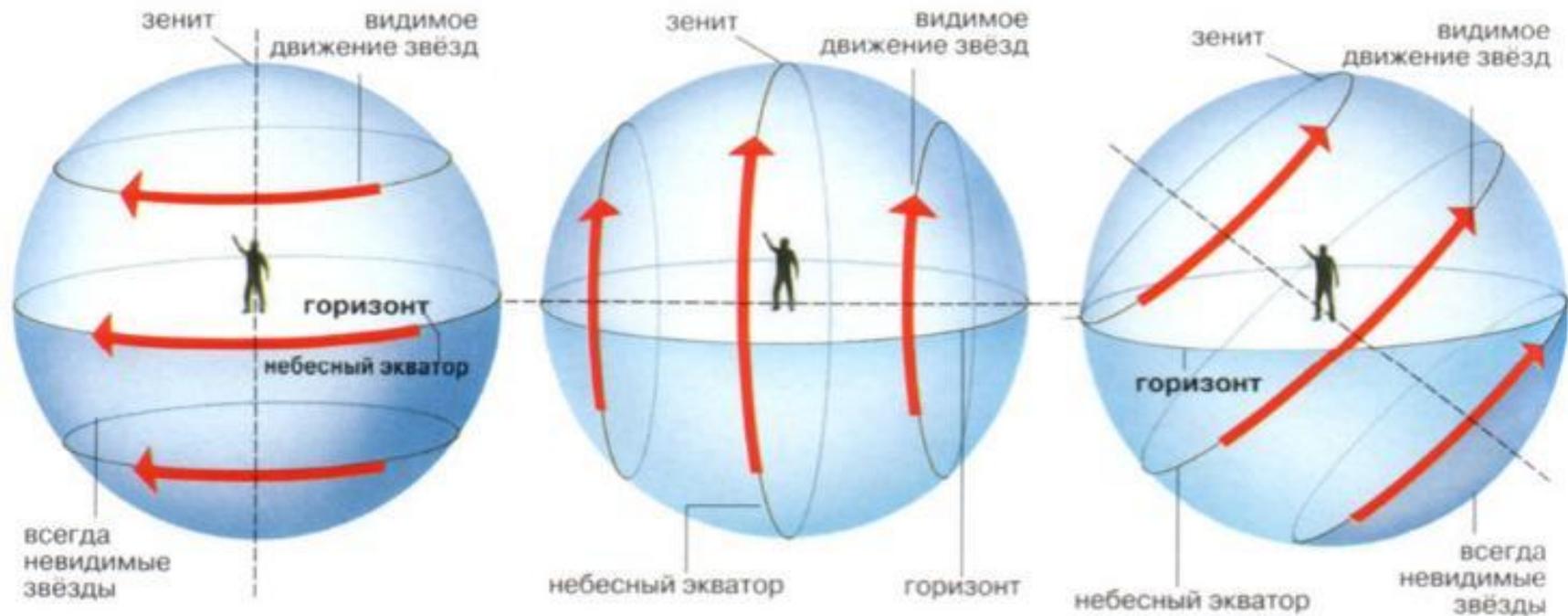
Конечно, мы знаем, что эти звезды вращаются вокруг своей оси.
А Земля вращается вокруг своей оси.



НА СЕВ. ПОЛЮСЕ, 90° С

НА ЭКВАТОРЕ, 0°

На 40° Ю.Ш.

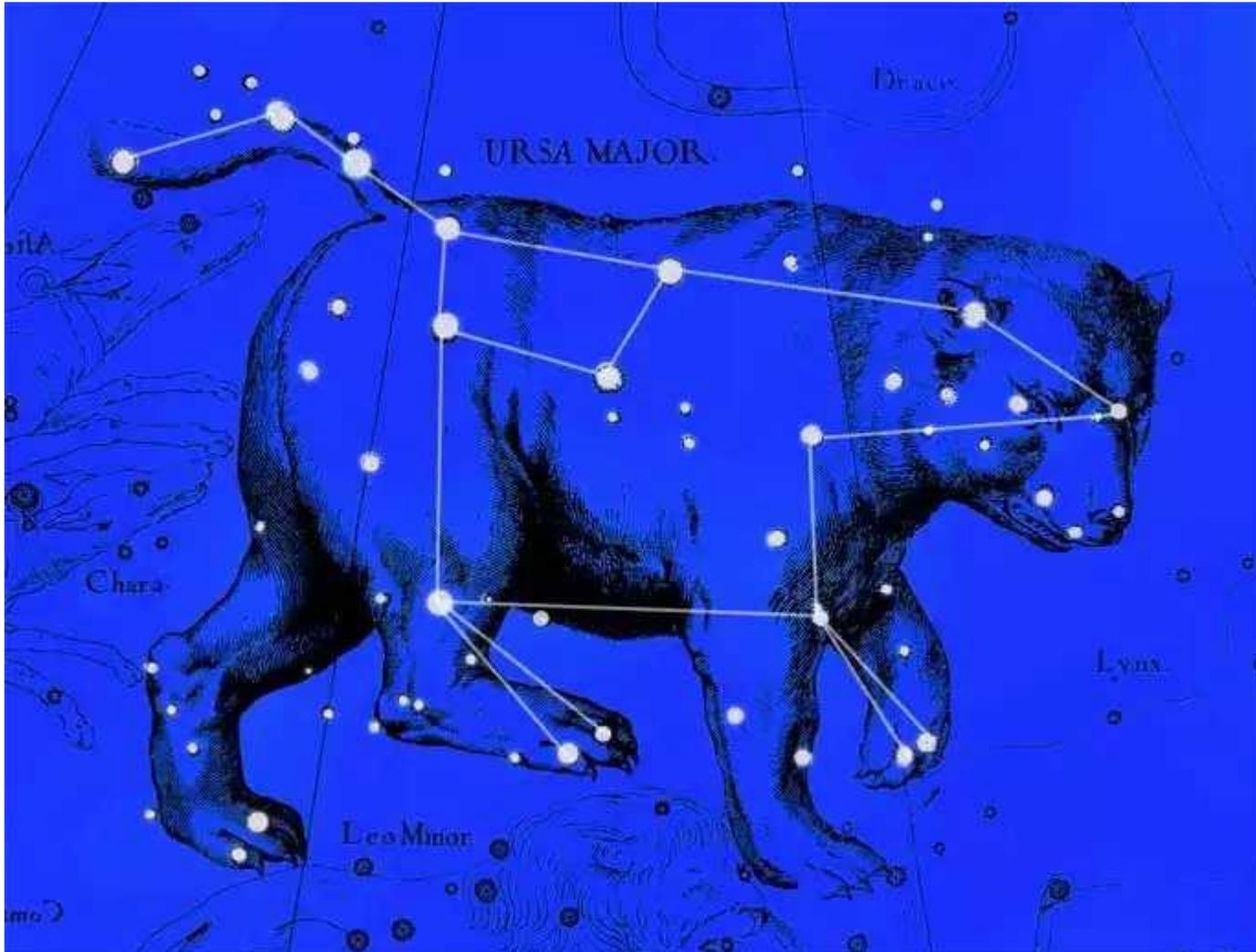


Созвездиями называются определенные участки звёздного неба, разделенные между собой строго установленными границами.

Всего – 88 созвездий.



Ковш Большой Медведицы –
самая известная группа звёзд в Северном полушарии

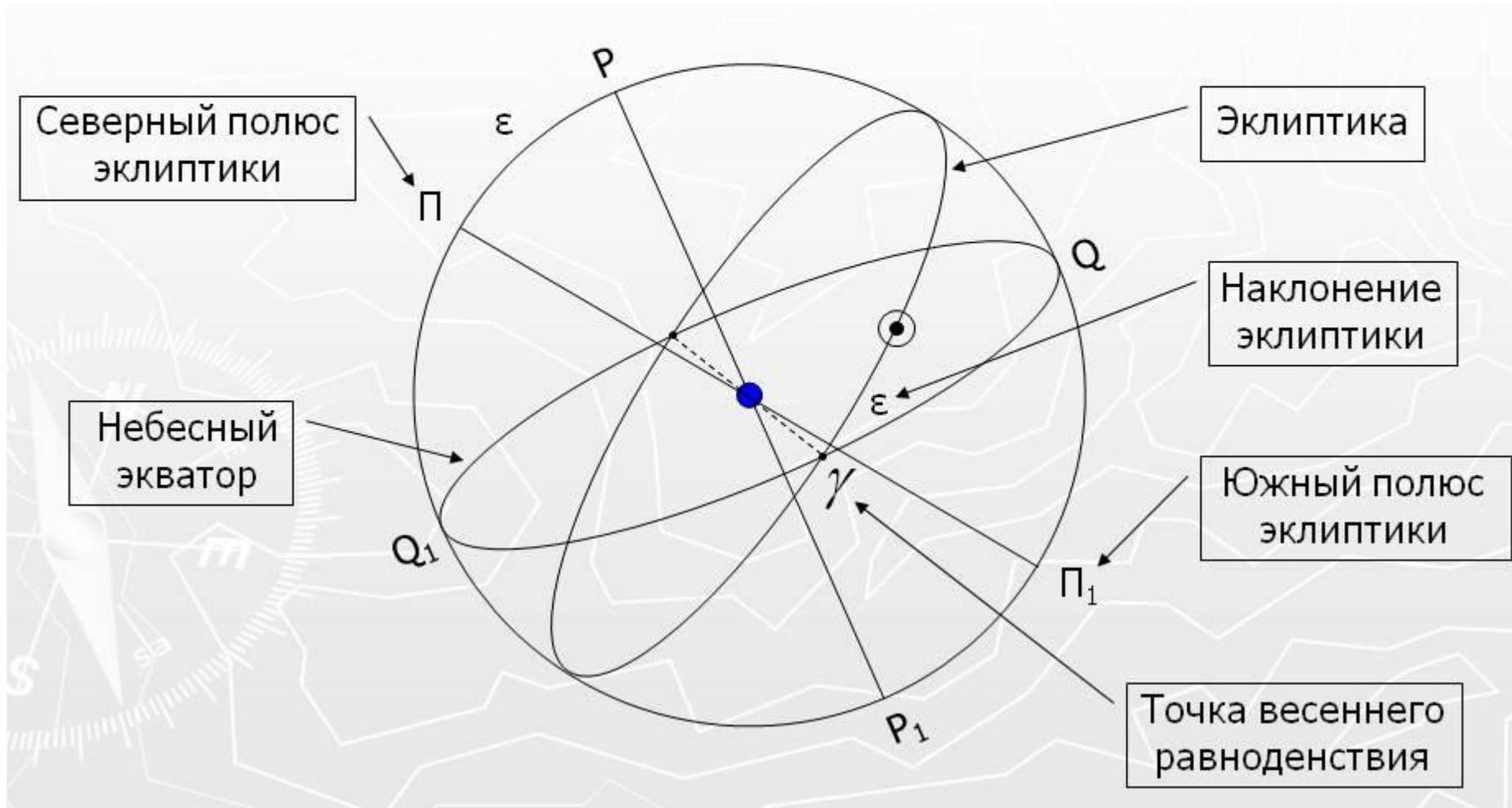




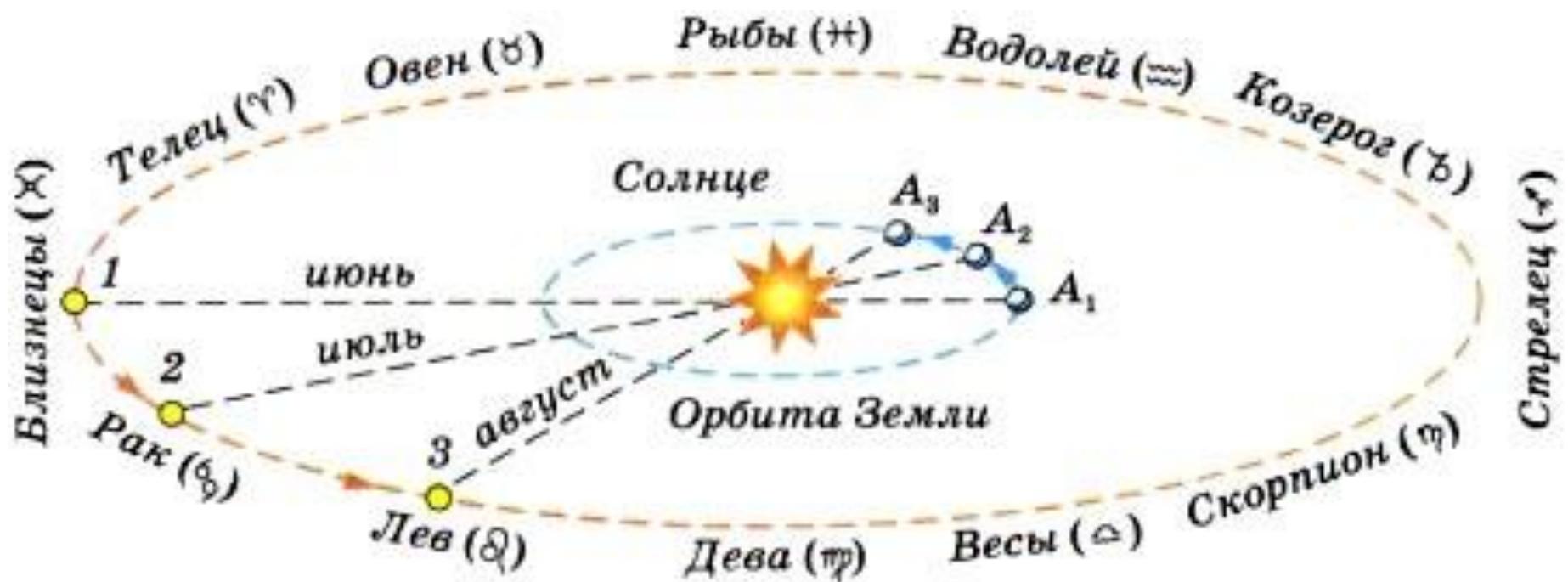


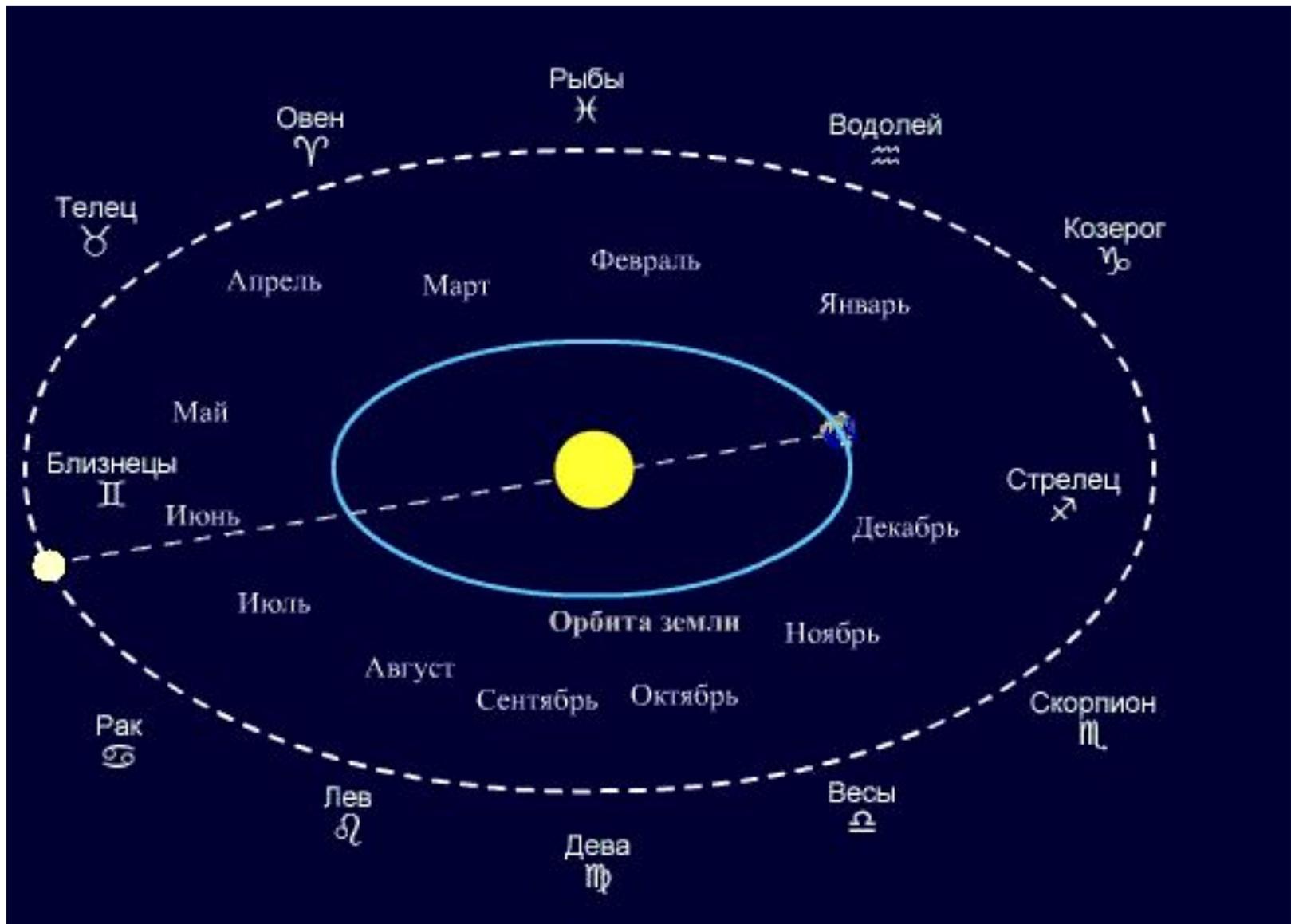
Экли́птика — большой круг небесной сферы, по которому происходит видимое годичное движение Солнца.

Плоскость эклиптики — плоскость обращения Земли вокруг Солнца (земной орбиты).









Расстояния в астрономии

- **1 астрономическая единица**
= 150 млн км = 8,3 световых минуты
— расстояние от Земли до Солнца
- **1 световой год**
= 10 000 млрд км
— расстояние, которое свет проходит за год
- **1 парсек** = 3 световых года

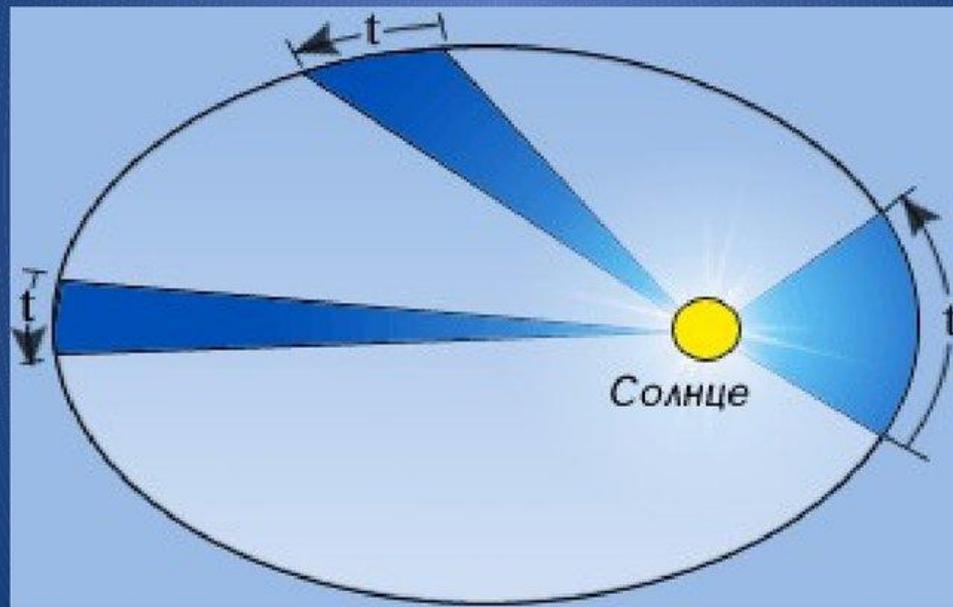
Первый закон Кеплера:

Каждая планета Солнечной системы движется по эллипсу, в одном из фокусов которого находится Солнце



Второй закон Кеплера(закон равных площадей):

Каждая планета движется в плоскости, проходящей через центр Солнца, причём за равные промежутки времени радиус-вектор, соединяющий Солнце и планету, описывает равные площади.



Перигелий – ближайшая к Солнцу точка орбиты планеты. В ней планета движется быстрее, значит обладает большей кинетической энергией и меньшей потенциальной. (Солнце движется быстрее – дни короче)

Афелий – дальняя от Солнца точка орбиты планеты. В ней планета движется медленнее, значит обладает меньшей кинетической энергией и большей потенциальной. (Солнце движется медленнее – дни длиннее)



Эксцентриситет — числовая характеристика конического сечения, показывающая степень его отклонения от окружности. Обычно обозначается **e** или **ε** .

$$e = \frac{F_1F_2}{PA}$$

В зависимости от эксцентриситета, получится:

при $e > 1$ — гипербола

при $e = 1$ — парабола

при $e < 1$ — эллипс

для окружности полагают $e = 0$

Третий закон Кеплера:

Отношение квадратов периодов обращения планет равно кубу отношения их больших полуосей.

$$\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{a_1^3}{a_2^3}$$

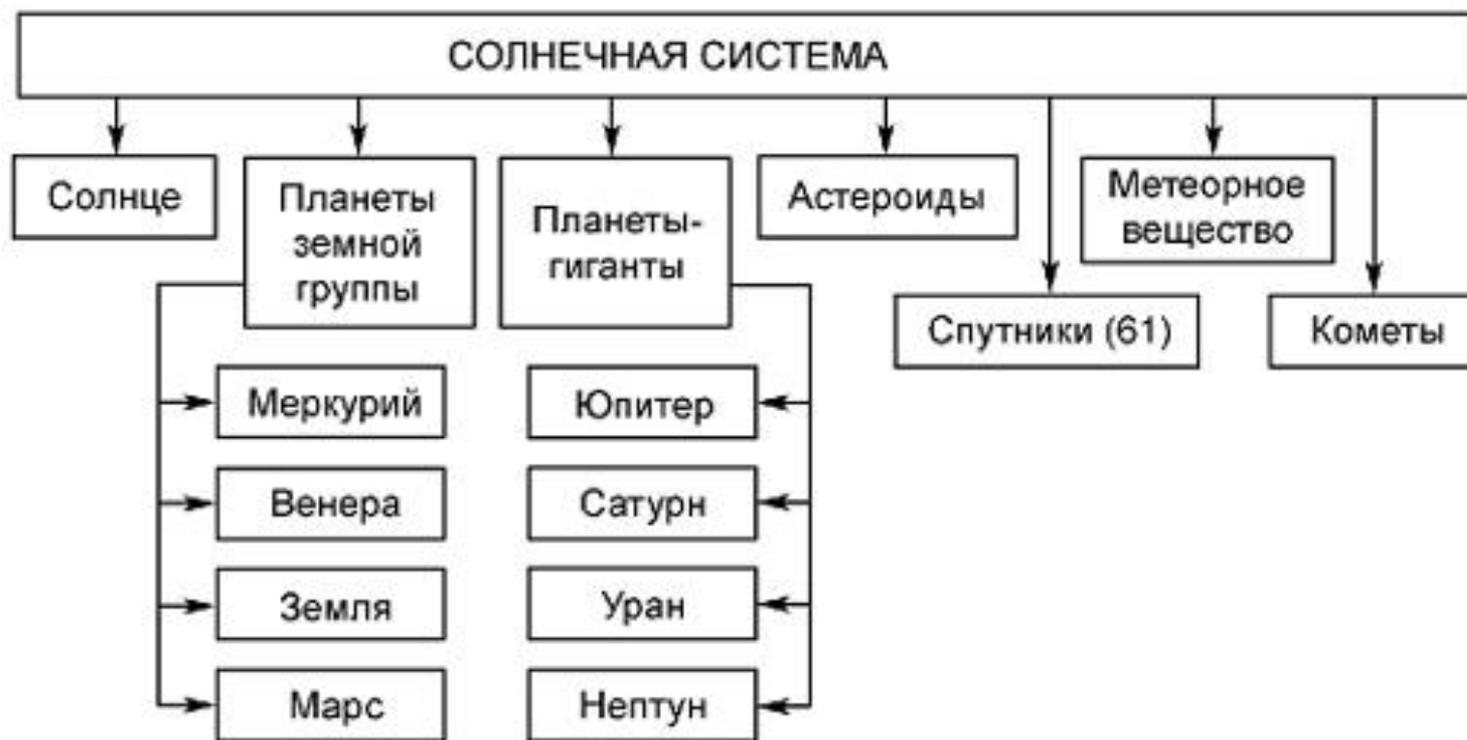
Существует и обобщенный третий закон Кеплера:

$$\frac{a^3}{T^2(M_1 + M_2)} = \frac{G}{4\pi^2}$$

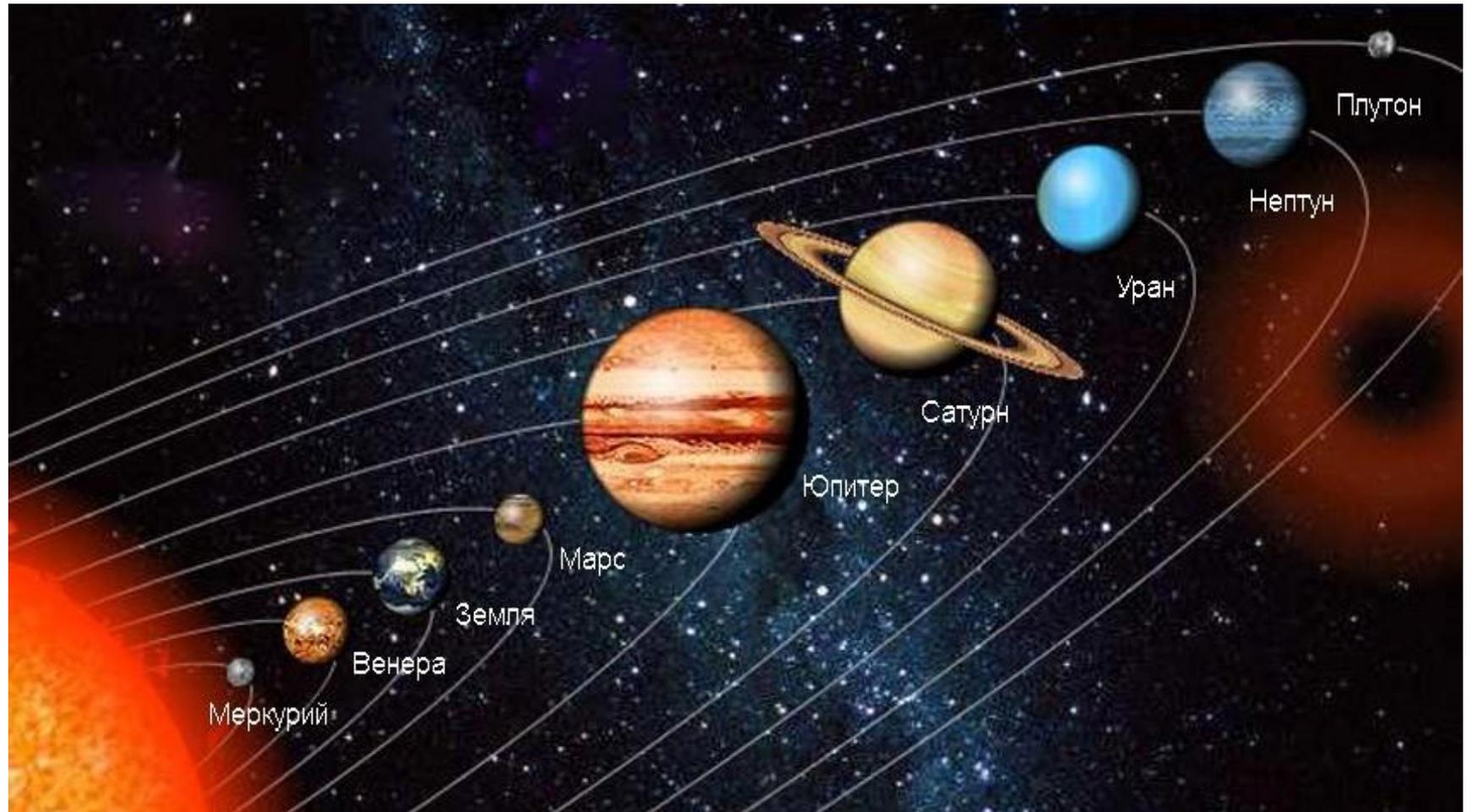
$$\frac{T_1^2(m_1 + M_1)}{T_2^2(m_2 + M_2)} = \frac{a_1^3}{a_2^3}$$

Солнечная система

Это планетная система, включающая в себя центральную звезду — Солнце — и все естественные космические объекты, обращающиеся вокруг Солнца



Солнечная система



Планеты земной группы.



- состоят из тяжёлых элементов,
- имеют малое количество (0—2) спутников,
- имеется атмосфера (кроме Меркурия);
- поверхность твердая;
- малая масса и размеры;
- большая плотность;
- находятся близко от Солнца, получают много энергии

Планеты земной группы состоят главным образом из кислорода, кремния, железа, магния, алюминия и других тяжёлых элементов.



Все планеты земной группы имеют следующее строение:

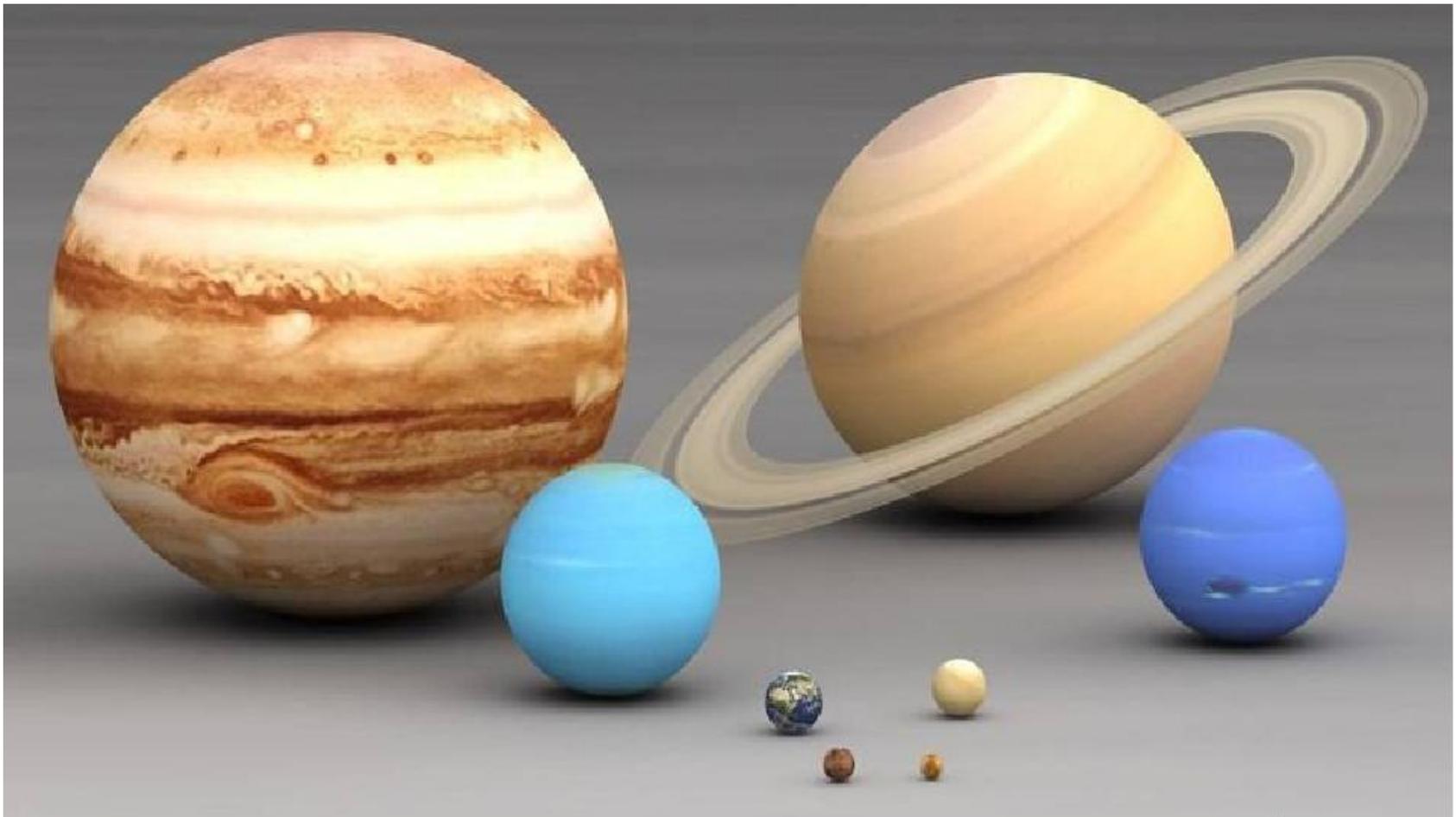
В центре **ядро** (твёрдое и жидкое) из железа с примесью никеля.

Мантия состоит из силикатов.

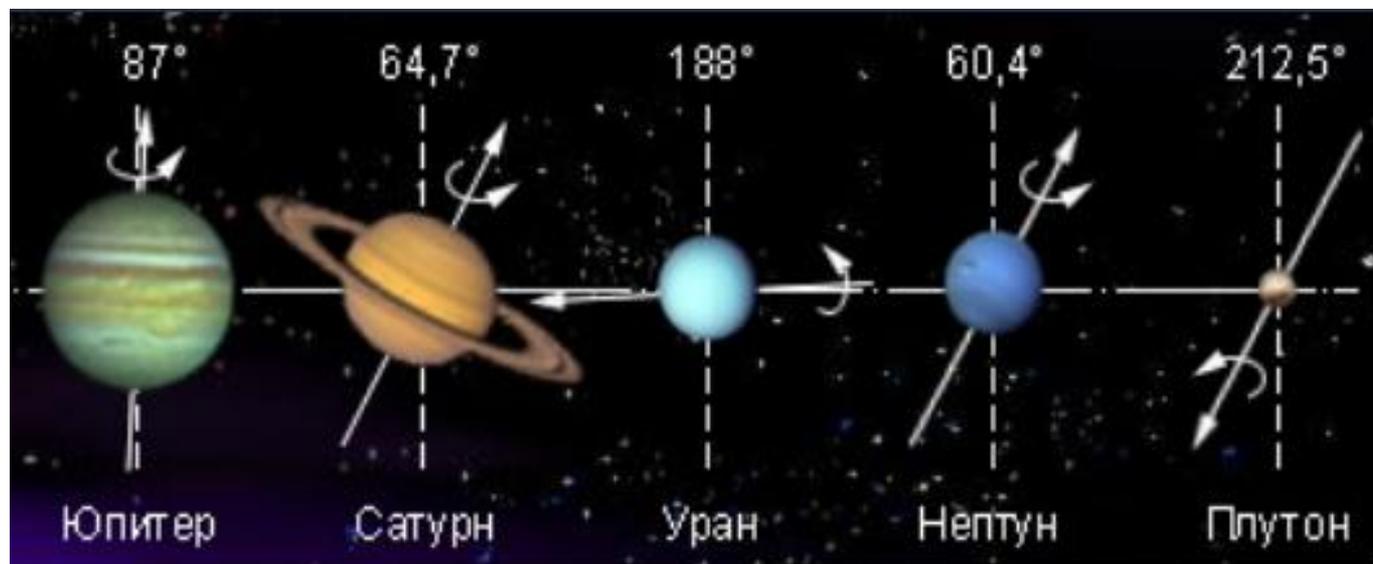
Кора, образовавшаяся в результате частичного плавления мантии и состоящая также из силикатных пород, но обогащённая несовместимыми элементами. Из планет земной группы коры нет у Меркурия, что объясняют её разрушением в результате метеоритной бомбардировки. Земля отличается от других планет земной группы высокой степенью химической дифференциации вещества и широким распространением гранитов в коре.

Планеты-гиганты.

Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун



1. Большой размер и масса.
2. Малая плотность ($\approx H_2O$).
3. Быстрое вращение вокруг оси
(экваториальные зоны вращаются быстрее полярных, большое сжатие планет).
4. Очень удалены от Солнца – поэтому на них низкая температура.
5. Большое число спутников.
6. Имеются кольца (предсказаны в 1960г С.К. Всехсвятским).
7. Не имеют твердой поверхности.
8. Сильное магнитное поле и мощные радиационные пояса.
9. Плотная He - H атмосфера.

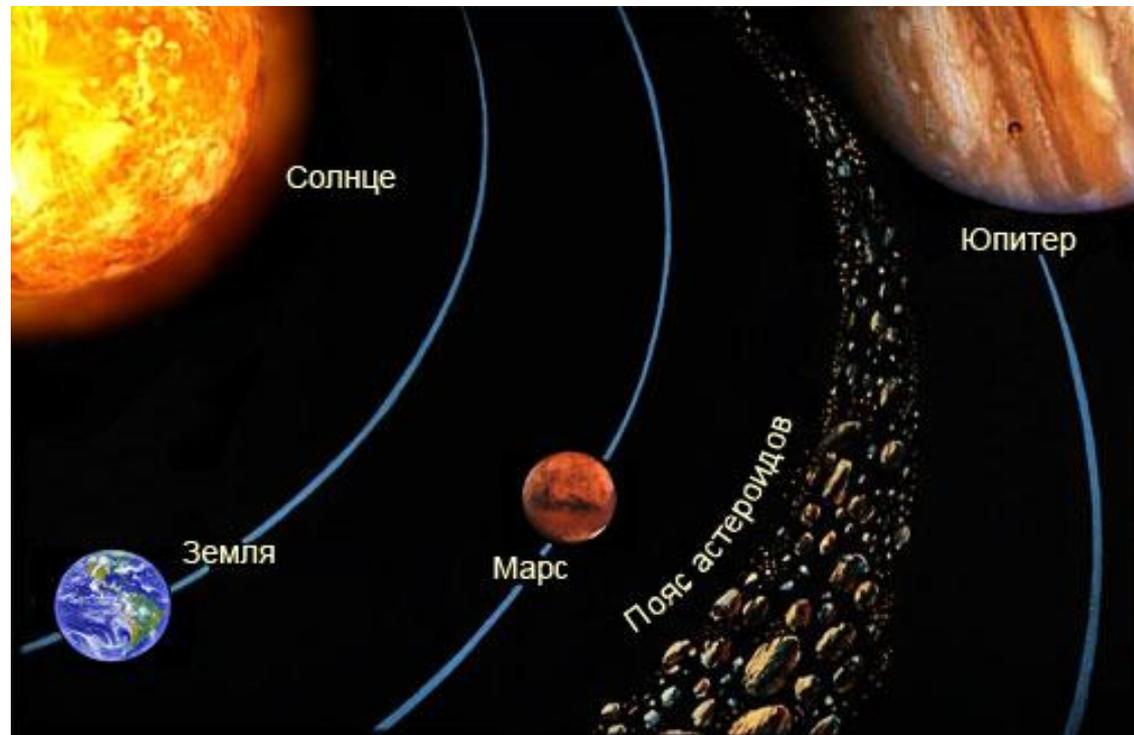


Астеро́ид (распространённый до 2006 года синоним — малая планета) — относительно небольшое небесное тело Солнечной системы с диаметром более 30 м, движущееся по орбите вокруг Солнца на расстоянии 345-495 млн. км.

Основная масса астероидов находится в Поясе астероидов между Марсом и Юпитером. Здесь расположены крупнейшие астероиды нашей системы: Веста, Церера, Гигея и Паллада.

Могут иметь правильную и неправильную формы.

Химический состав астероидов разнообразен. Большая часть подобных небесных тел представляют собой углеродистые объекты. Однако в Солнечной системе также существуют немалое количество кремниевых и металлических астероидов.



Виды астероидов



Углеродистые астероиды встречаются часто. Они каменные и черные как уголь.

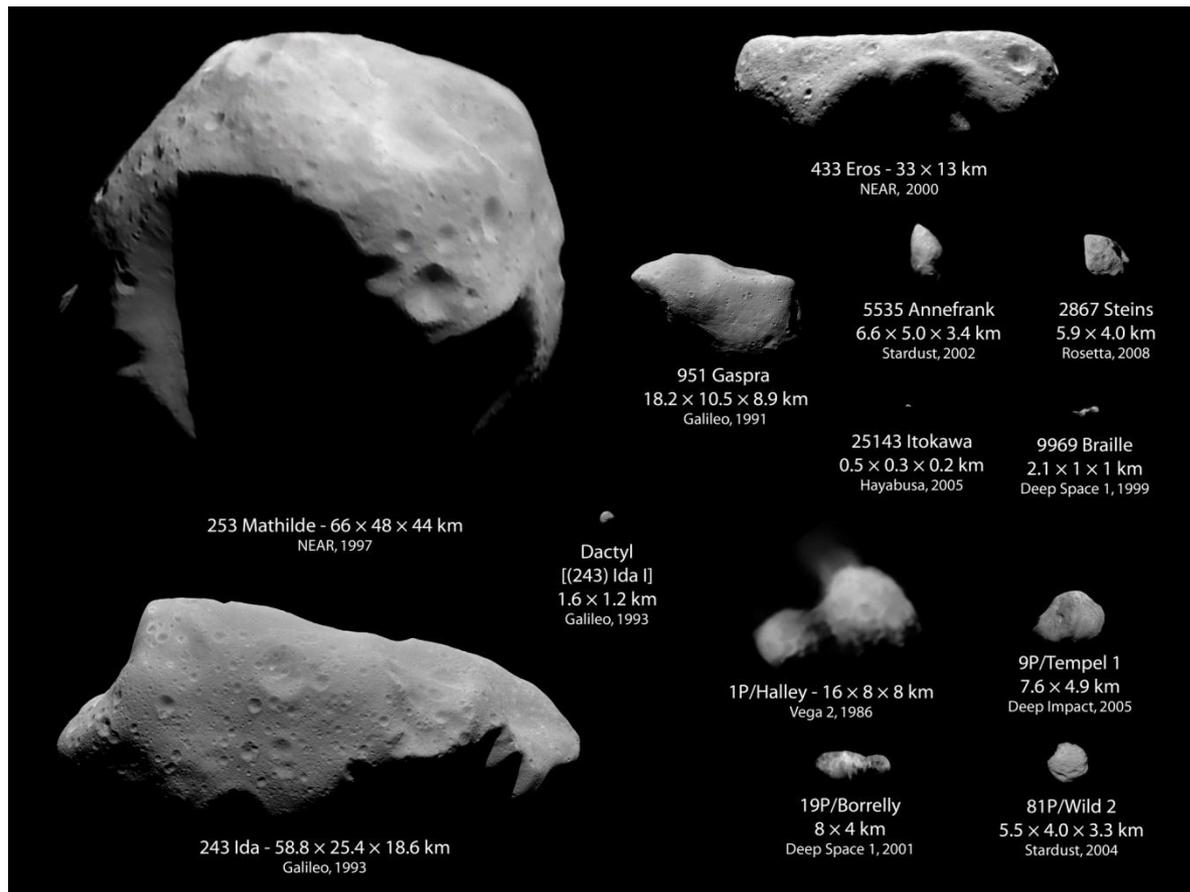


Силикатные астероиды — светлые каменные тела. Они содержат металлы.



Металлические астероиды — возможно, ободранные металлические ядра некогда крупных небесных тел.

В прошлом наша планета принимала на себя *удары 6-ти астероидов*, диаметром не менее 10 км. Об этом свидетельствуют огромные кратеры на поверхности Земли в различных странах. Самому *древнему кратеру 2 млрд. лет*, самому *молодому – 50 тыс. лет*. Таким образом, потенциальная опасность столкновения астероида с Землей всегда существует. Ученые опасаются, что нечто подобное может произойти **в 2029 году**, когда гигантский астероид Апофис, названный так в честь древнеегипетского бога разрушения, будет проходить недалеко от нашей планеты.



Кометы

Они состоят в основном из пыли и льда с небольшими примесями углекислого газа, аммиака, метана и других химических элементов.

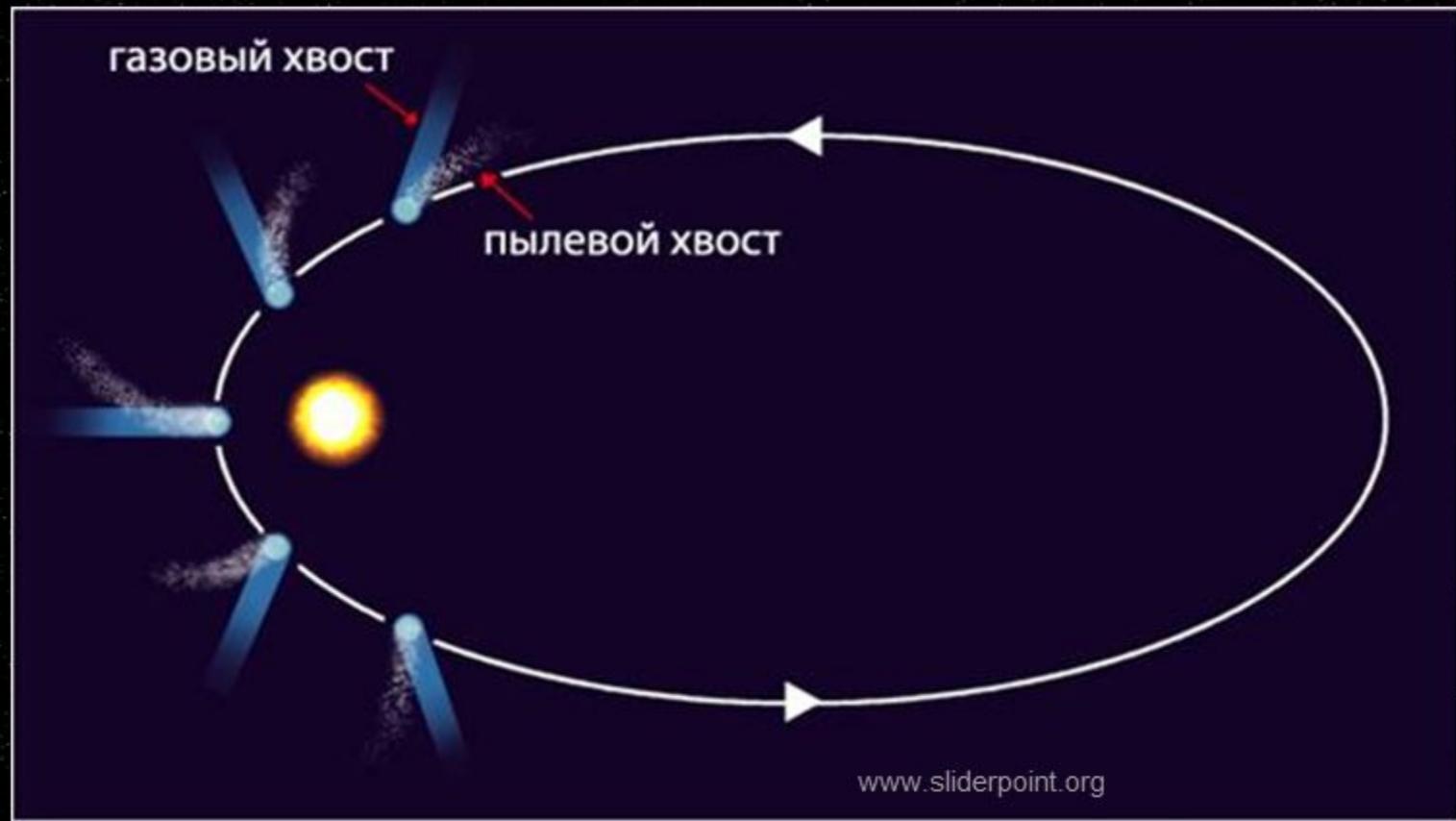
Кометы вращаются вокруг Солнца прилетая из далекого Облака Оорта, расположенного далеко за пределами орбиты Плутона. Некоторые кометы пролетают через внутреннюю область Солнечной системы. Периодичность этих пролетов у разных комет разная и может варьироваться от нескольких десятков лет до нескольких сотен лет.



Условно комету можно разделить на три части — **ядро, кома, хвост**. Всё в кометах абсолютно холодное, а свечение их — лишь отражение солнечного света пылью и свечение ионизированного ультрафиолетом газа.

Комета Лавджоя пролетала около земной орбиты в ночь на 13 января 2015 года.

- Как правило, кометы состоят из ядра и окружающей его светлой туманной оболочки (комы).
- У ярких комет с приближением к Солнцу образуется «хвост» - слабая светящаяся полоса, которая чаще всего направлена в противоположную от нашего светила сторону.
- Ядро представляет собой ледянистое тело - конгломерат замерзших газов и частиц пыли. Хвост кометы состоит из улетающих из ядра под действием солнечных лучей газов и частиц пыли.



Метеоры. Метеориты.

Метеор (др.-греч. μετέωρος, «небесный»), «падающая звезда» — явление, возникающее при сгорании в атмосфере Земли мелких метеорных тел (например, осколков комет или астероидов).

Аналогичное явление большей интенсивности (ярче звёздной величины $m = -4$) называется **болидом**.

Часто метеоры группируются в **метеорные потоки** — постоянные массы метеоров, появляющиеся в определённое время года, в определённой стороне неба. Широко известны такие метеорные потоки, как Леониды (с 14 по 21 ноября), Квадрантиды (с 3 по 4 января) и Персеиды (с 12 на 13 августа), Лириды (с 20 на 21 апреля).



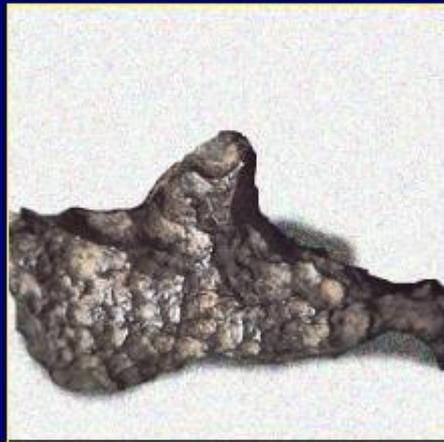
Метеоры. Метеориты.

Метеорит — тело космического происхождения, упавшее на поверхность крупного небесного объекта. Большинство найденных метеоритов имеют массу от нескольких граммов до нескольких десятков килограммов.

В зависимости от химического состава метеориты подразделяются на каменные (85%), железные (10%) и железокаменные метеориты (5%)



Каменный метеорит
Основа – Si, O,
гораздо меньше:
Mg, Fe, Ni, C и даже
аминокислоты



Железный метеорит
До 91% Fe, 8,5% Ni
и другие
химэлементы



Железосамокаменный
метеорит

Железные

Состоят из железа и никеля, образуются из ядер больших астероидов



5,7 % падений

Железо-каменные

Промежуточный состав между каменными и железными метеоритами



1,5 % падений

Хондриты

Самый распространенный тип метеорита; состав такой же, как у поверхностных пород планет, схожих с Землей



85,7 % падений

Карбонатные кондриты

Состав практически полностью повторяет состав Солнца за исключением легких газов



0,2% падений

Ахондриты

Обломки планет и других астероидов, расплавившиеся и снова затвердевшие



7,3 % падений

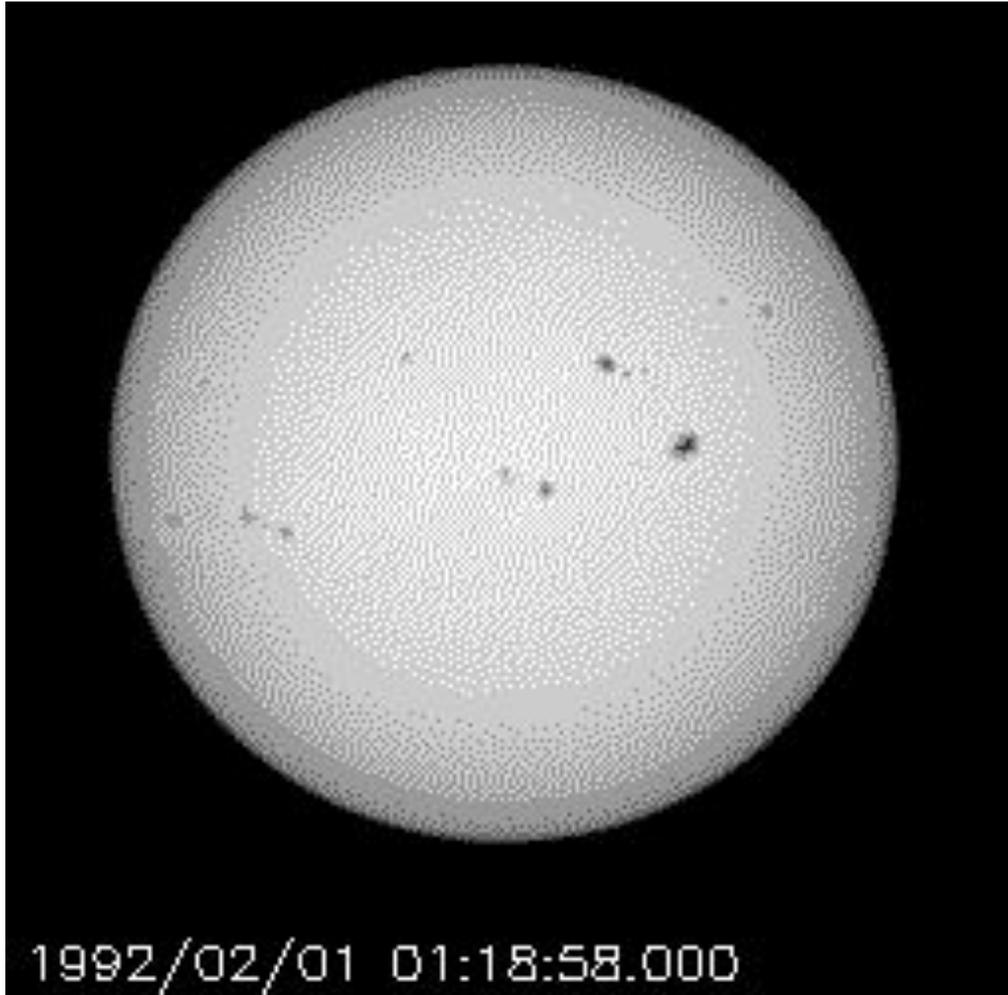
Солнце

Общие характеристики

- **Масса** Солнца составляет 99,866 % от массы всей Солнечной системы
- **Видимый угловой диаметр** — 31'31" в январе,
- 32'31" в июле
- **Средний диаметр** $1,392 \cdot 10^9$ м (109 диаметров Земли)
- **Масса** $1,9891 \cdot 10^{30}$ кг (332 982 масс Земли)
- **Средняя плотность** 1409 кг/м^3 (плотность воды в Мёртвом море)
- **Ускорение свободного падения** $274,0 \text{ м/с}^2$ (27,96 *g*)

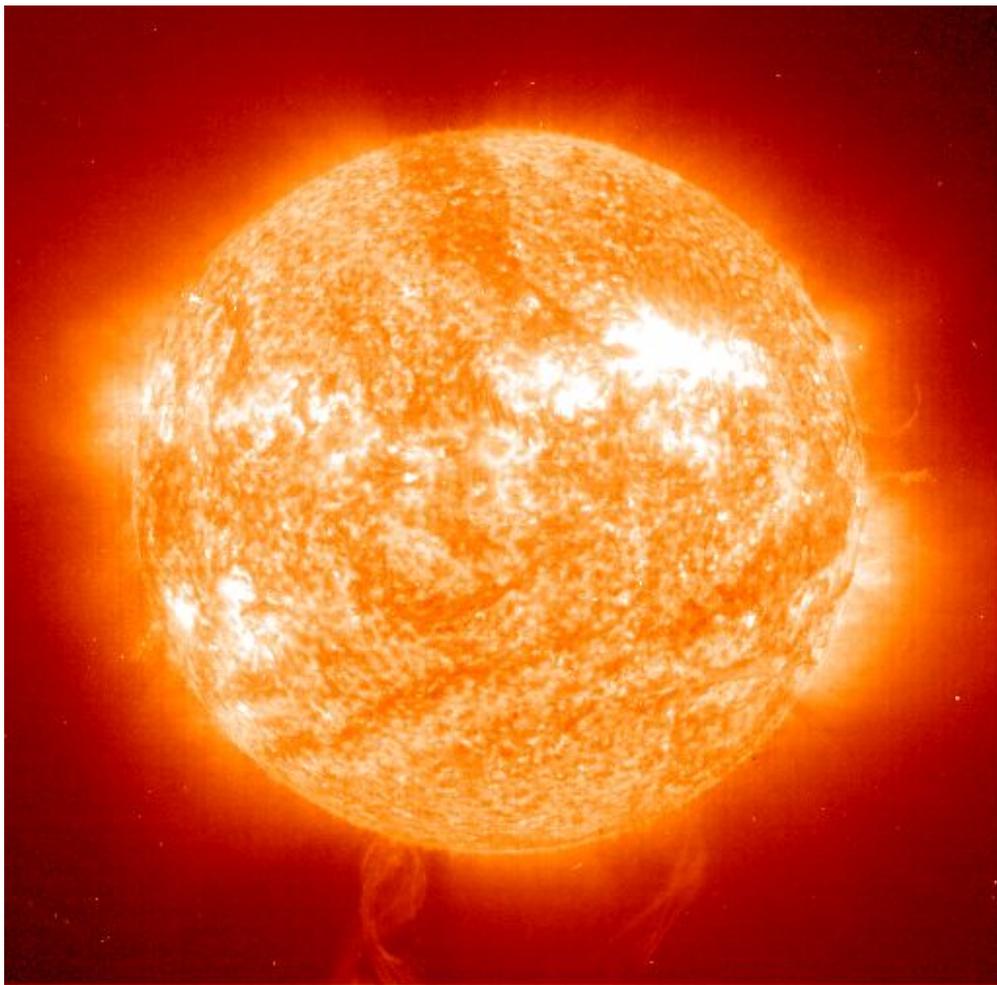


Вращение Солнца



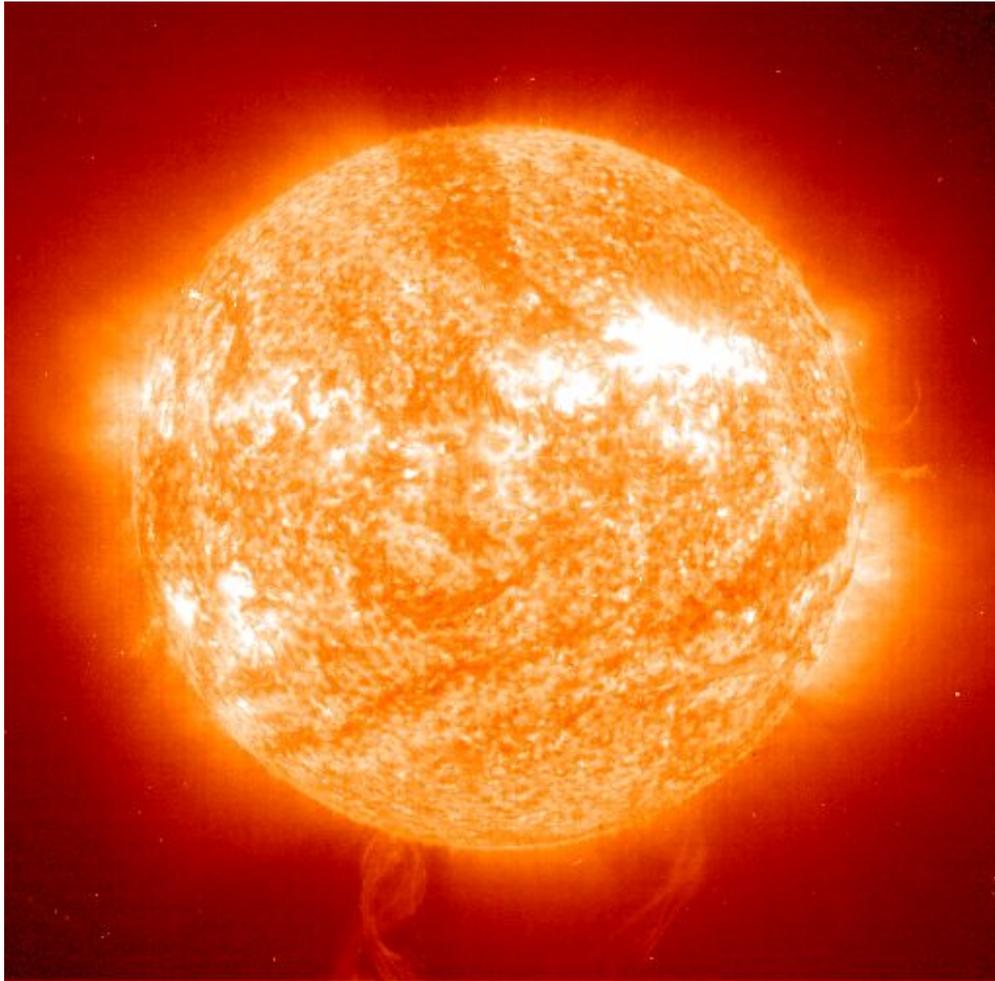
- **Вращение по зонам** (определяется по изменению положения пятен)
- **Период вращения** на экваторе 25,05 дней, на полюсе 34,3 дней
- **Скорость вращения** видимых слоев на экваторе 7284 км/ч

Солнечное излучение



- Излучение Солнца характеризуется **солнечной постоянной** — количеством энергии, проходящей через площадку 1 м^2 , перпендикулярную солнечным лучам, за 1 сек. На расстоянии, равном орбите Земли, она равна 1370 Вт/м^2
- **Светимость Солнца** (энергия, излучаемая за 1 сек со всей поверхности) $3,846 \cdot 10^{26} \text{ Вт}$

Солнечная энергия

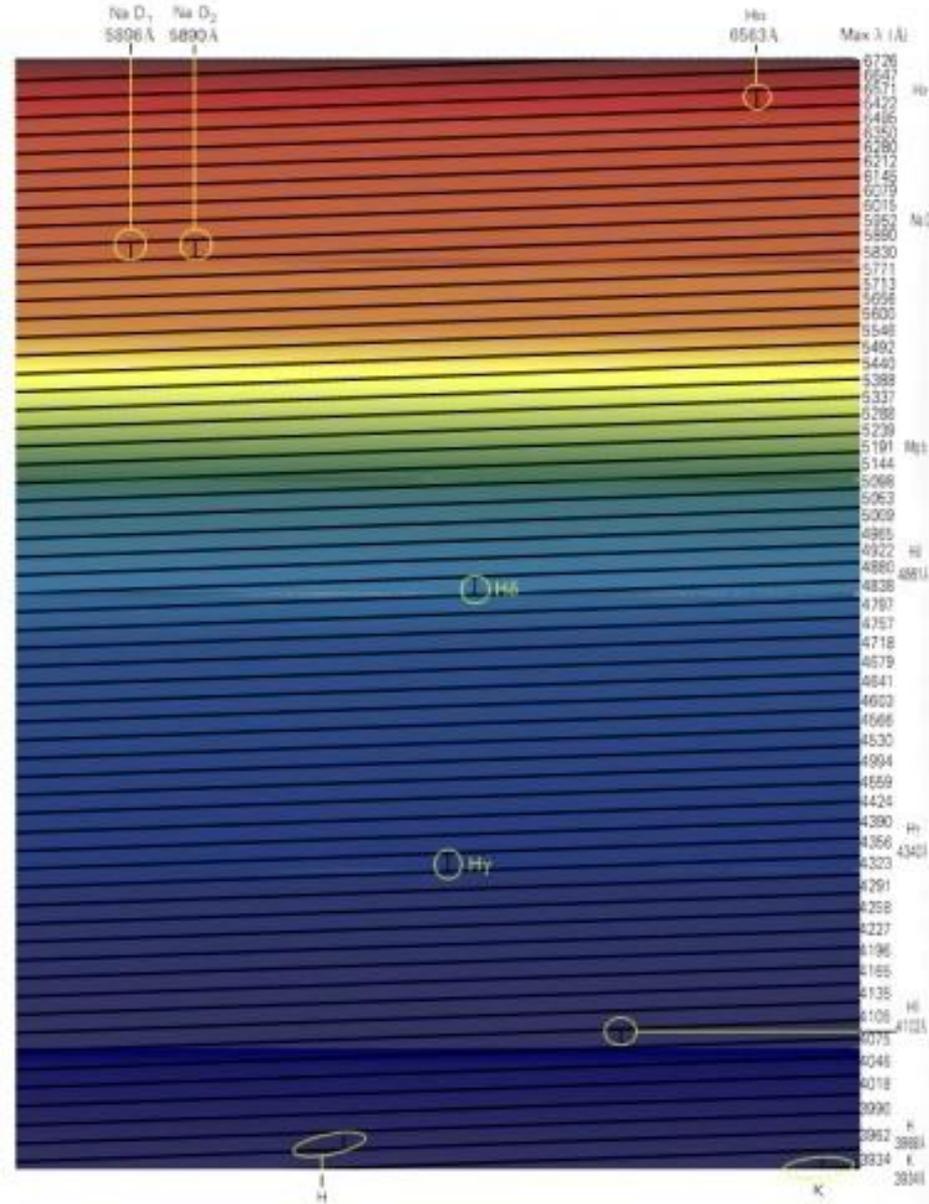


- Солнце вырабатывает энергию путём термоядерных реакций.
- Большая часть энергии вырабатывается при протон-протонной реакции, в результате которой из четырёх протонов образуется гелий.
- За каждую секунду в излучение превращаются 4,26 млн тонн вещества

Химический состав

- Солнечный спектр - спектр поглощения
- Солнце состоит из водорода (~71 %), гелия (~27 %) и других элементов (2%): железа, никеля, кислорода, азота, кремния, серы, магния, углерода, неона, кальция и хрома.

На 1 млн атомов водорода приходится 98 000 атомов гелия, 851 атом кислорода, 398 атомов углерода, 123 атома неона, 100 атомов азота, 47 атомов железа, 38 атомов магния, 35 атомов кремния, 16 атомов серы, 4 атома аргона, 3 атома алюминия, по 2 атома никеля, натрия и кальция, прочих элементов.



Температура Солнца



- Закон Стефана-Больцмана

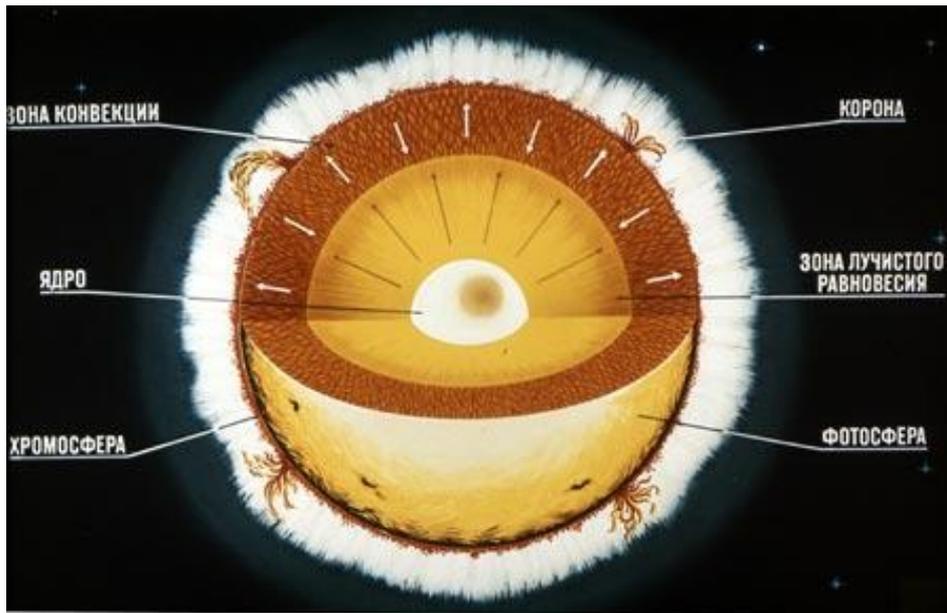
$$E = \sigma T^4$$

- Закон Вина

$$\lambda_{\max} = \frac{0,0028999}{T}$$

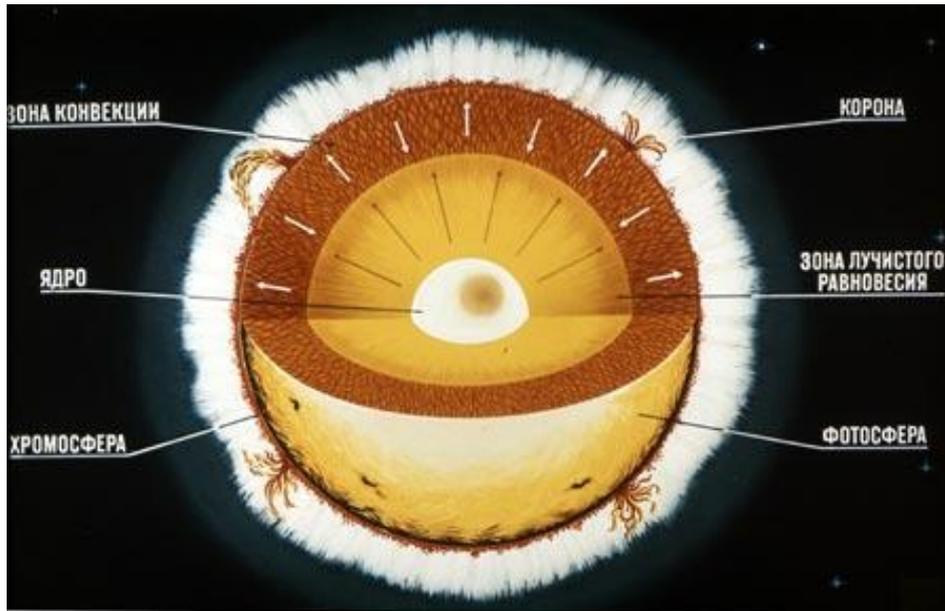
- Эффективная температура поверхности Солнца 6000К
- Температура в центре Солнца 13 500 000К

Внутреннее строение Солнца



- Зона термоядерных реакций (ядро) 0-0,3 R
- Зона переноса лучистой энергии 0,3 – 0,7 R
- Конвективная зона 0,7-1 R
- Атмосфера

Строение атмосферы Солнца



- Фотосфера
- Хромосфера
- Солнечная корона

Строение атмосферы Солнца

	Условие наблюдения	Внешний вид	Физические характеристики	Наблюдаемые образования
Фотосфера	Видимая сфера	Сфера света	Высота 200-300 км Температура 4000-8000 К	Пятна Факелы
Хромосфера	Полное солнечное затмение	Розовая каёмка	Высота 10-14 тыс.км Температура 5000-50 000К	Вспышки (быстрое увеличение яркости участка)
Солнечная корона	Полное солнечное затмение	Лучистое жемчужное сияние	Температура 2 000 000К	Протуберанцы Солнечный ветер

Строение атмосферы Солнца

- Фотосфера



- Хромосфера

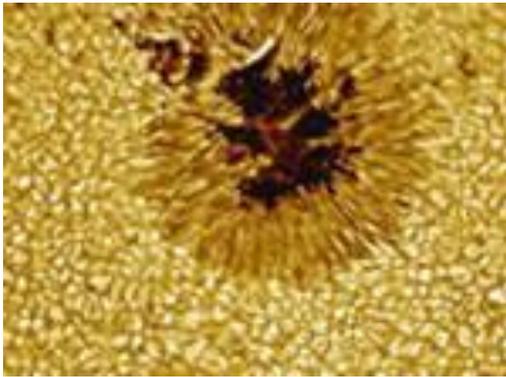


- Солнечная корона

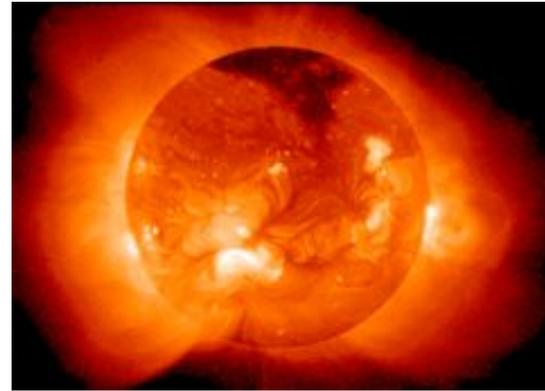


Активные образования

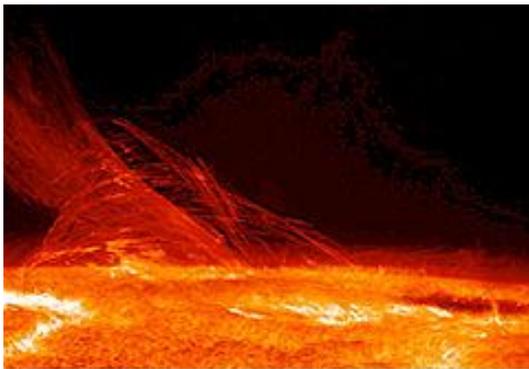
- Пятна и факелы



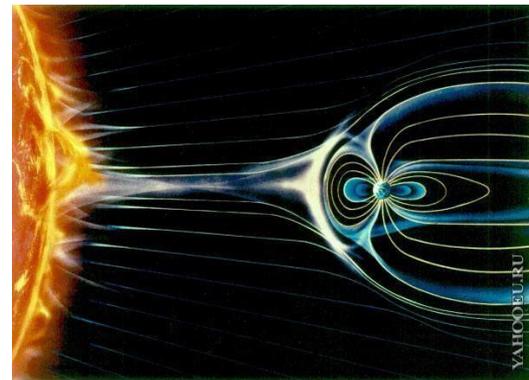
- Вспышки



- Протуберанцы

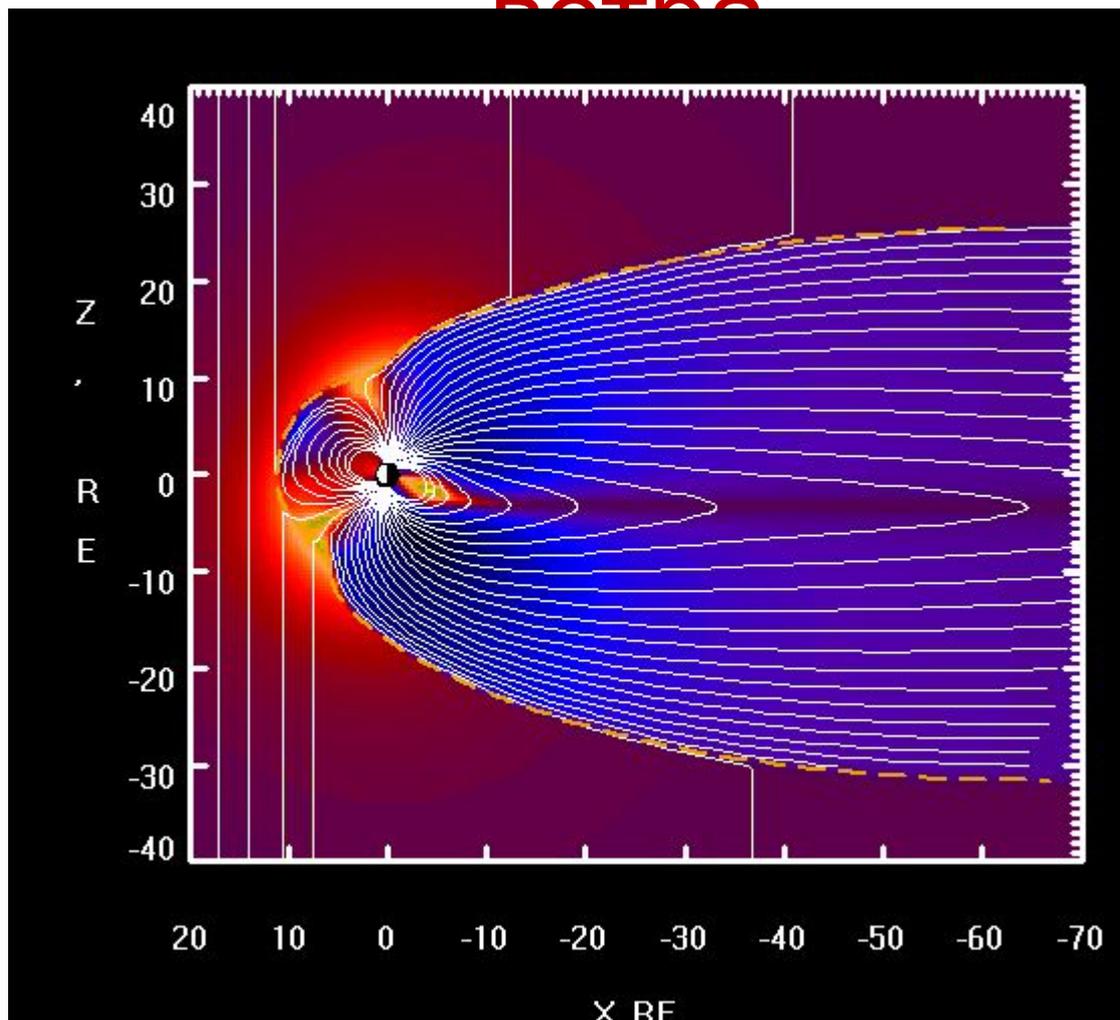


- Солнечный ветер



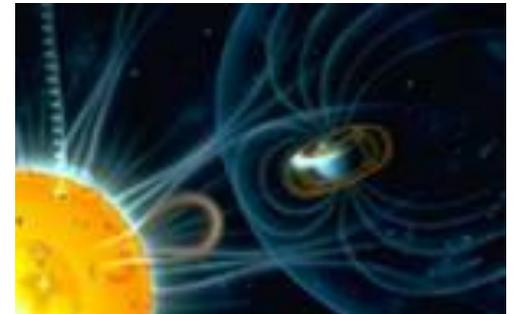
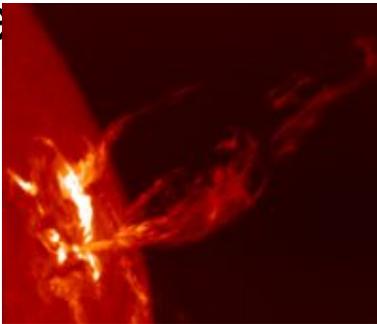
Искажение магнитного поля Земли под действием солнечного

ветра

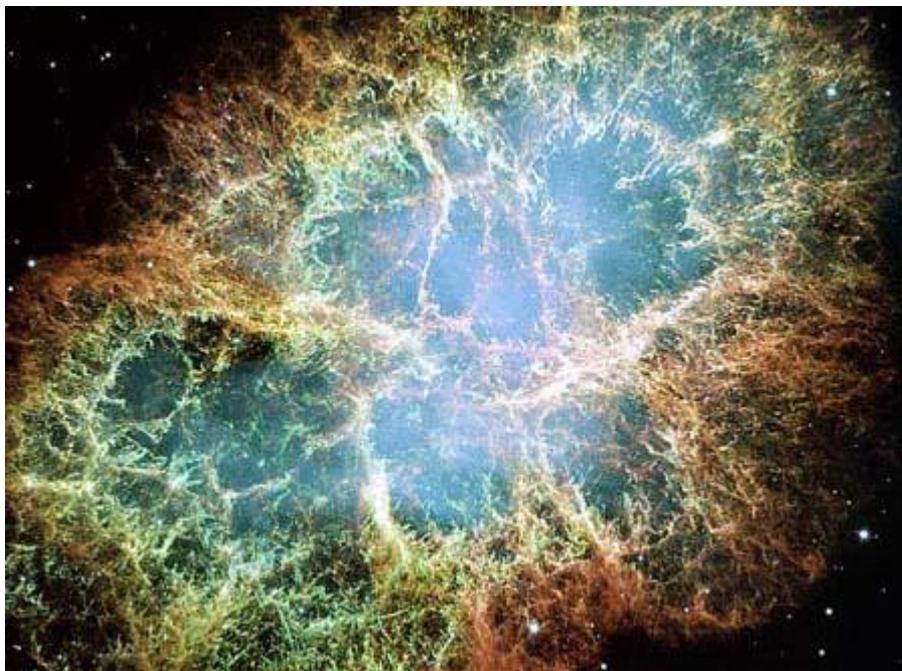


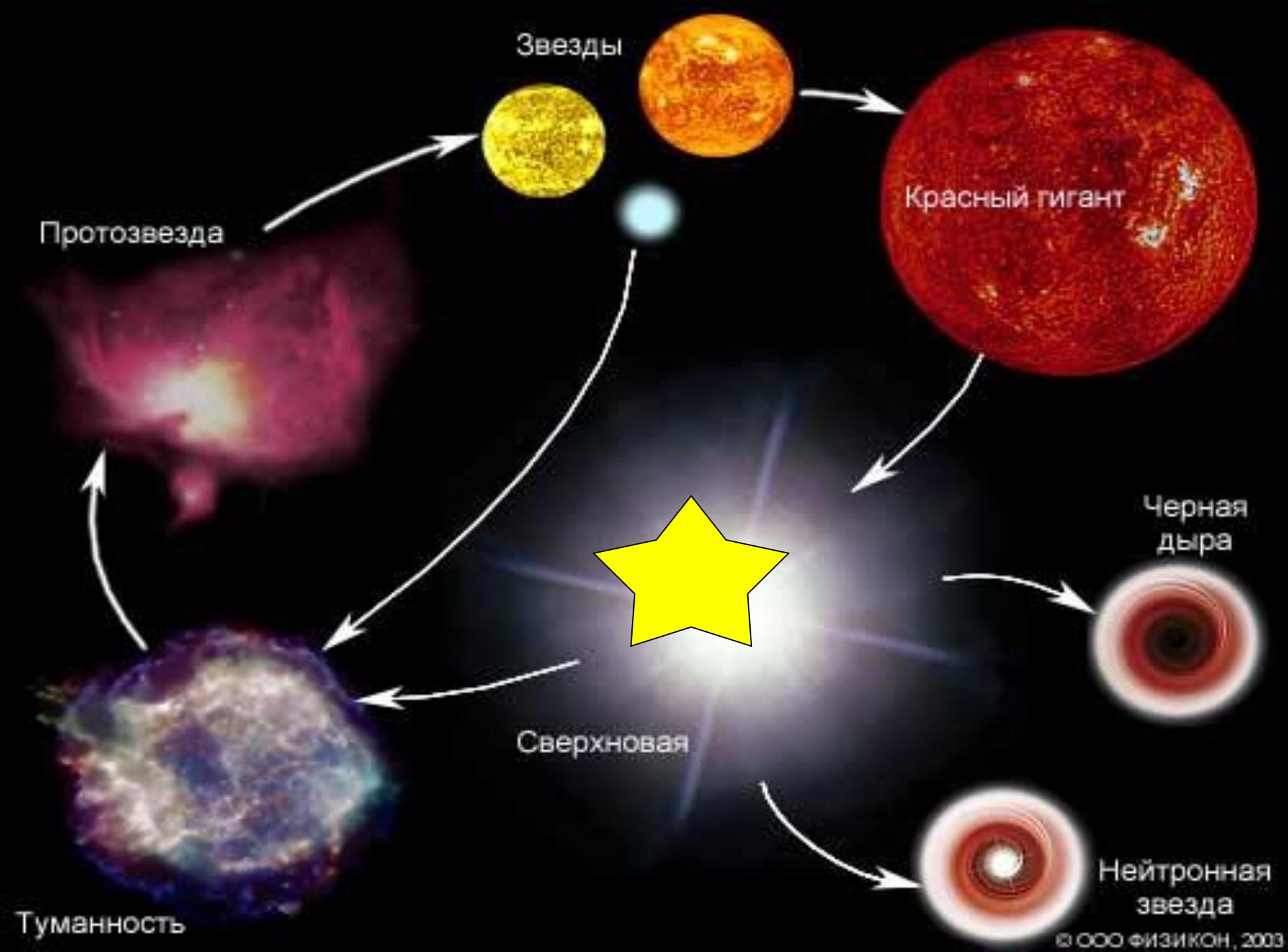
Солнечная активность

- Солнце обладает сильным магнитным полем, напряжённость которого меняется со временем и которое меняет направление приблизительно каждые 11 лет, во время солнечного максимума.
- Во время солнечной активности наблюдается увеличение солнечных пятен, вспышек, протуберанцев, солнечного ветра.
- На Земле усиливаются полярные сияния в высоких и средних широтах и геомагнитные бури, которые негативно сказываются на работе средств связи, средств передачи электроэнергии, а также негативно воздействует на живые организмы (вызывают головную боль и плохое самочувствие у людей, чувствительных к магнитным бурям).



ЖИЗНЬ ЗВЕЗДЫ





Рождение

Основную часть своей жизни протозвёзды скрыты медленно оседающей на них пылевой оболочкой. Она «гасит» излучение ядра, нагревается до сотен градусов и в соответствии с этой температурой излучает сама.

Излучение удается наблюдать в ИК-диапазоне, и это едва ли не единственный способ обнаружения протозвезд.

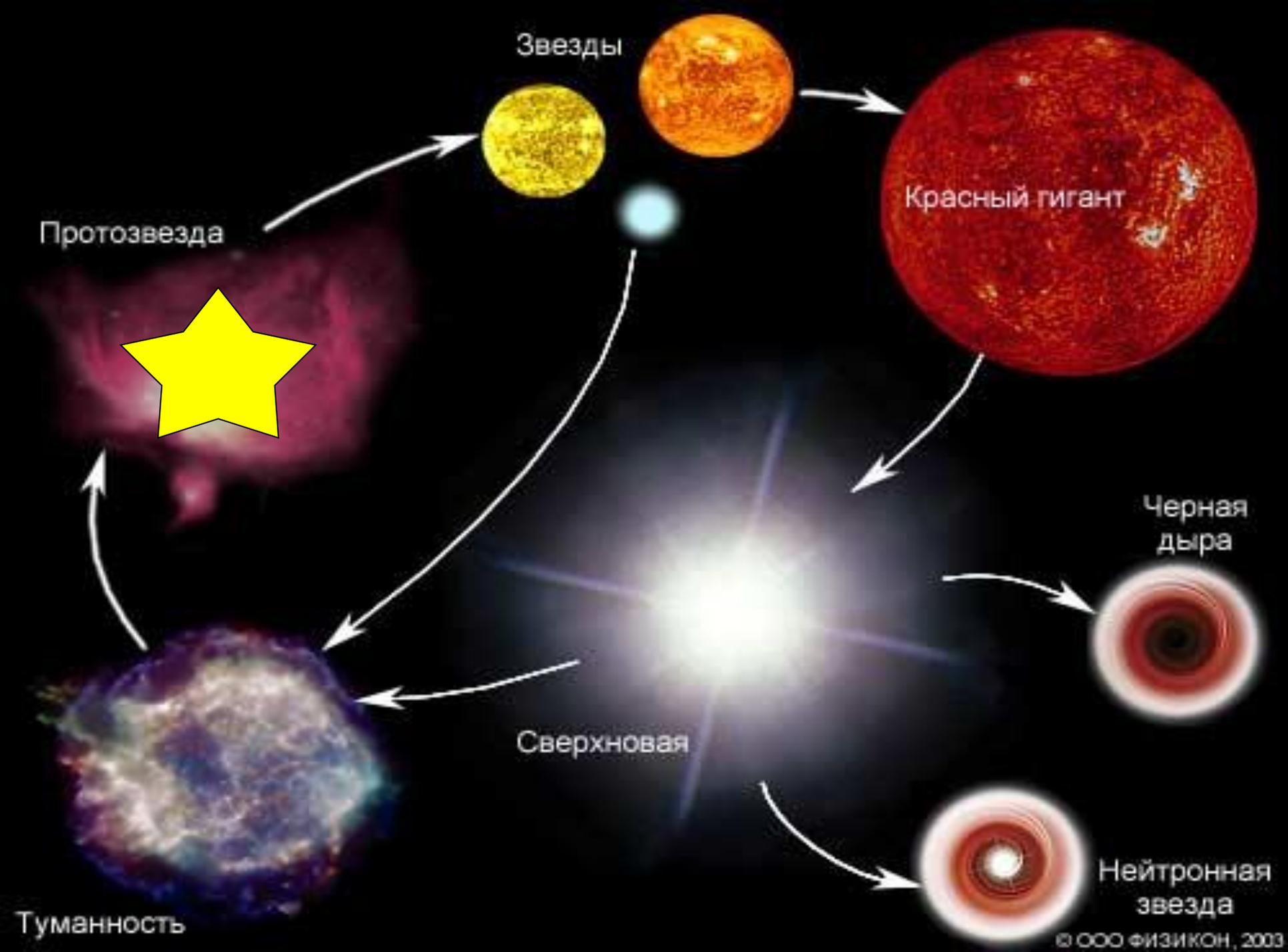




Туманность Ориона, насыщенная объектами, невидимыми в оптическом диапазоне, представляет собой одну из «фабрик по производству звезд».

Должны пройти миллионы лет, прежде чем создадутся условия, необходимые для запуска первых ядерных реакций, и накопится энергия для высвобождения звезды из окружающего ее пылевого кокона.

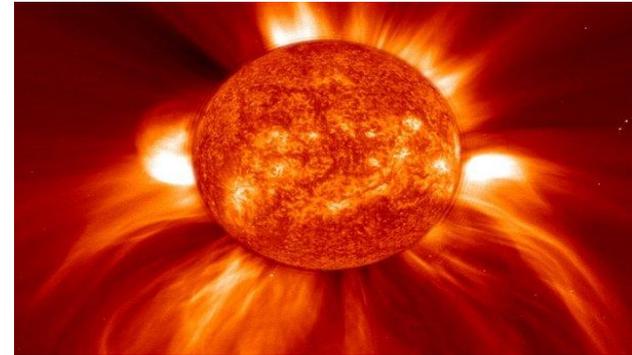
Именно тогда и наступит «день рождения» звезды.



Середина жизненного цикла

Звёзды варьируются от горячих голубых до холодных красных. Светимость и цвет звезды зависит от температуры её поверхности, определяющейся массой.

Маленькие, холодные красные карлики медленно сжигают запасы водорода светят сотни миллиардов лет

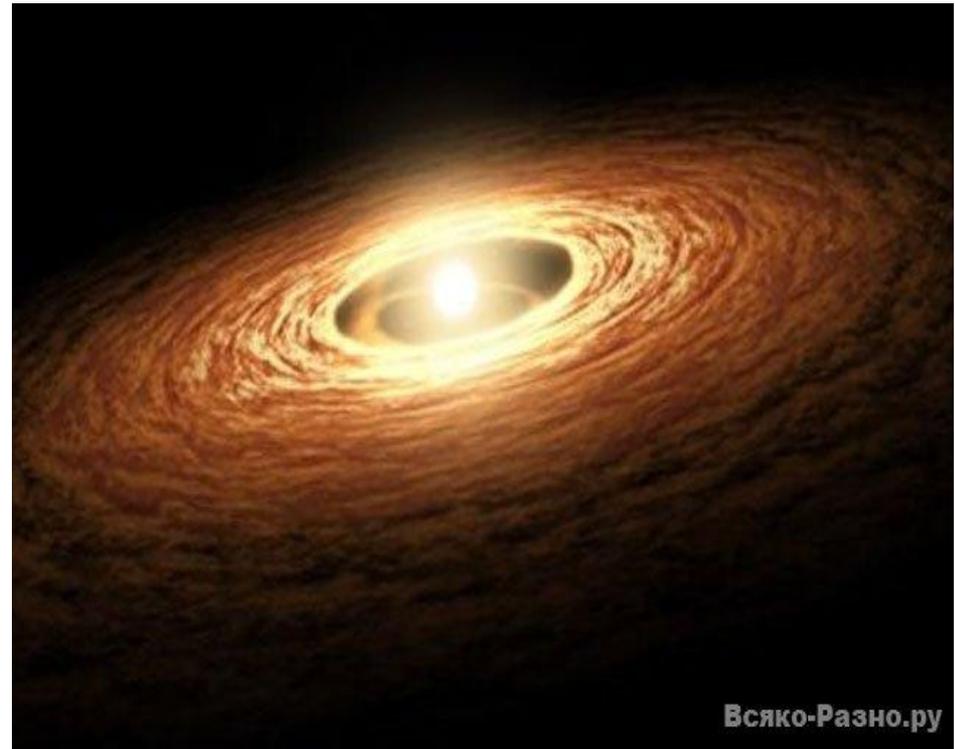


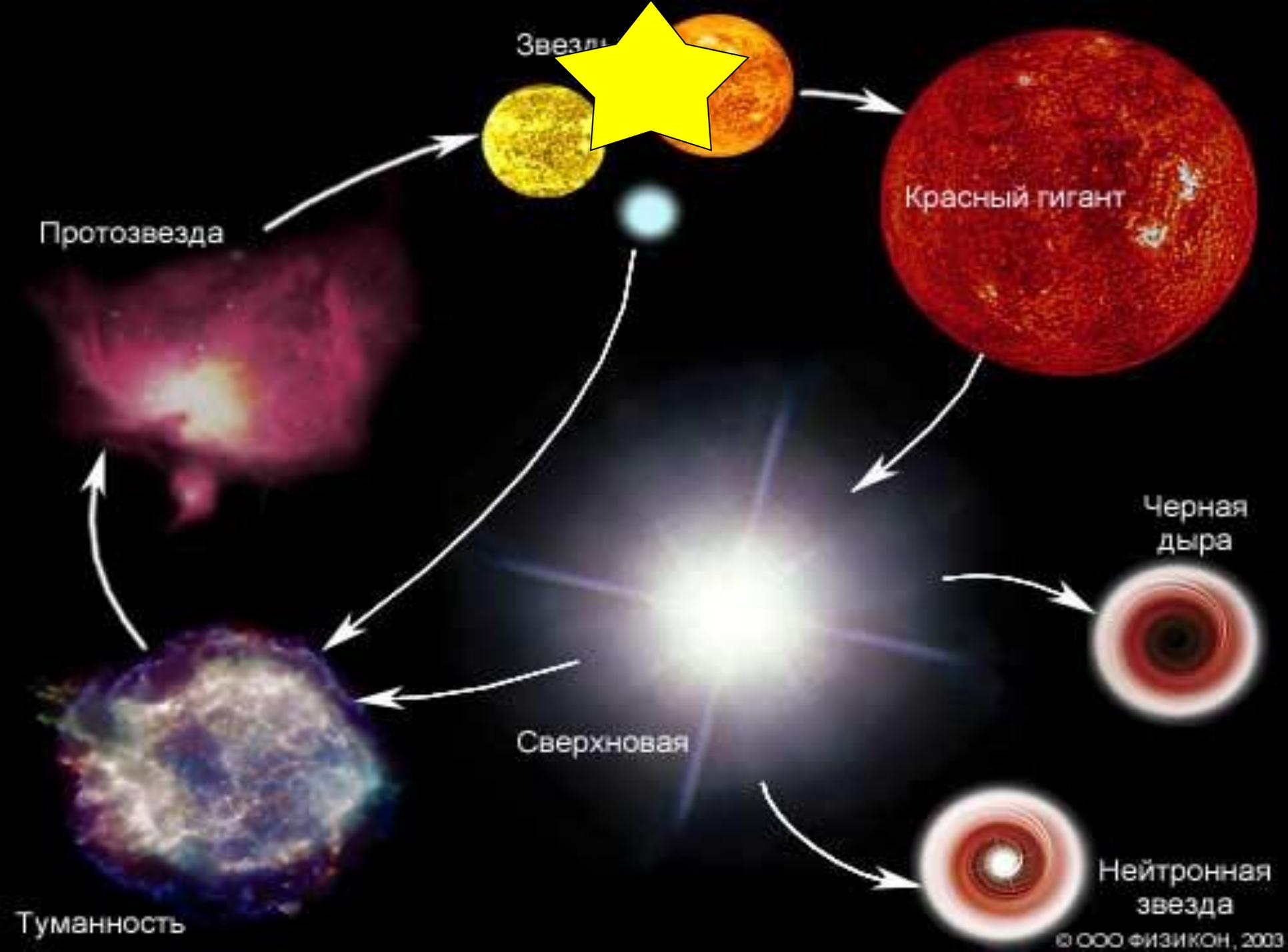
В то время как массивные сверхгиганты уйдут уже через несколько миллионов лет после формирования.

Звёзды среднего размера, такие как Солнце, остаются на главной последовательности в среднем 10 миллиардов лет.



Солнце достаточно стабильно: размеры, масса и температура поверхности практически не меняются. Энергии, производимой в недрах Солнца, хватит на то, чтобы еще очень долго поддерживать постоянное излучение. Но запасы водорода предельны, и когда они заканчиваются, в жизни звезд начинается другая фаза.





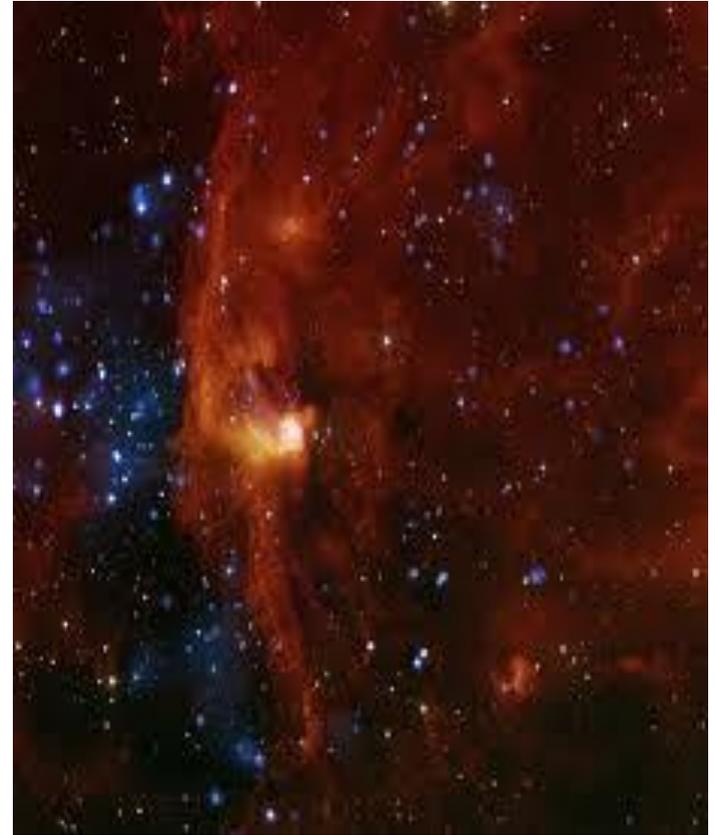
Зрелость

В звездах разной массы и разного химического состава процесс старения будет идти по-разному. Маломассивные звезды очень слабые объекты и наблюдать их довольно трудно. Температура на поверхности подобных звезд не превосходит 3000 градусов. В тех звездах, чья масса равна одной - двум солнечным образуется гелиевое ядро.



Деление звезды.

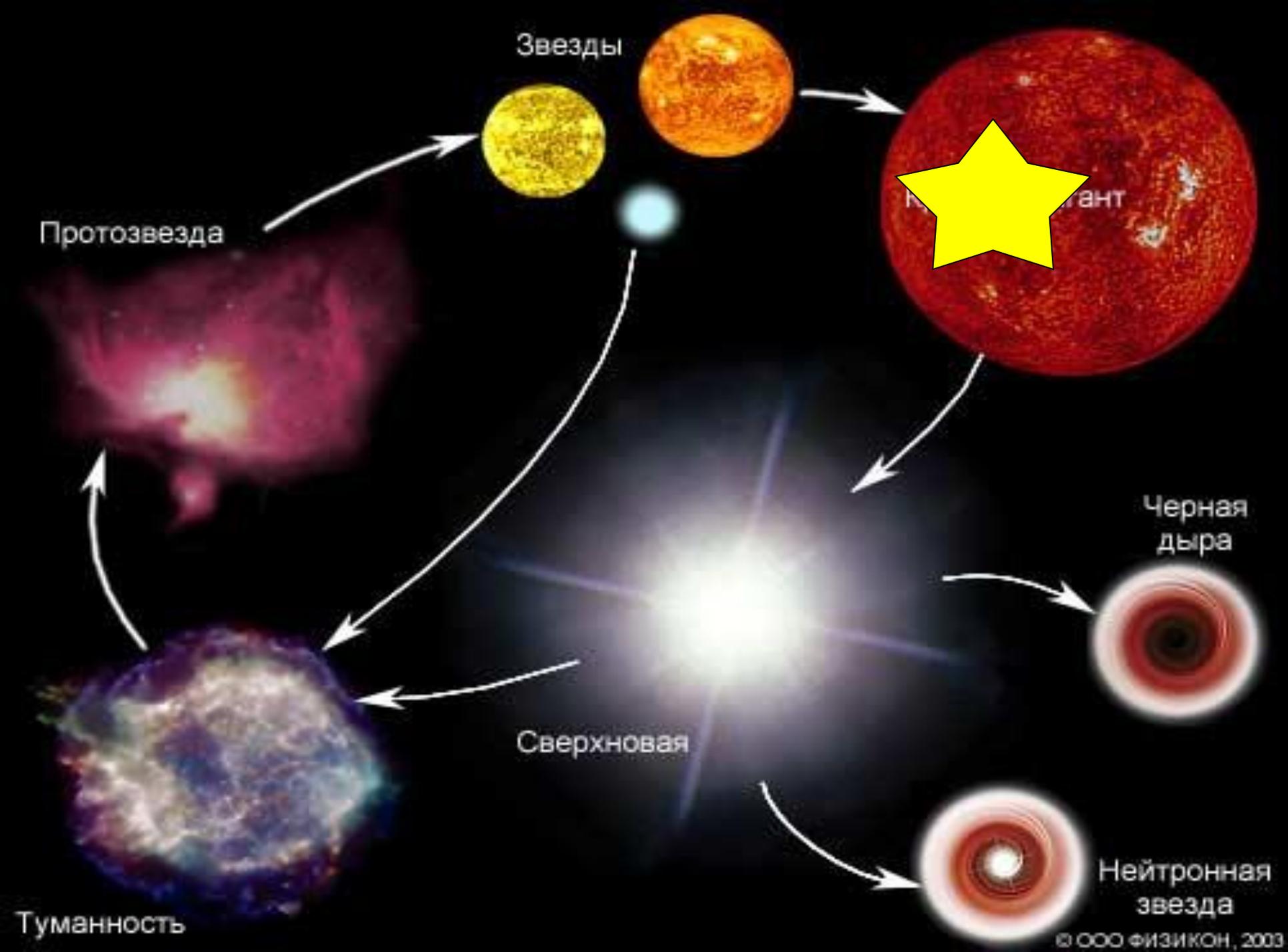
По мере выгорания водорода гелиевое ядро сжимается, плотность его растет, температура повышается, но массы звезды недостаточно, чтобы обеспечить в ядре температуру, достаточную для горения. И в какой-то момент, хотя водород еще



ядро теряет способность удерживать расширяющуюся оболочку, и постепенно начинается их разделение.

Будущее звезды.

Красные гиганты - холодные массивные звезды с протяжёнными, разреженными оболочками и горячим плотным ядром. Область красных гигантов - место старения звезд умеренной массы. Дальнейшая их судьба связана с другими объектами - планетарными туманностями.

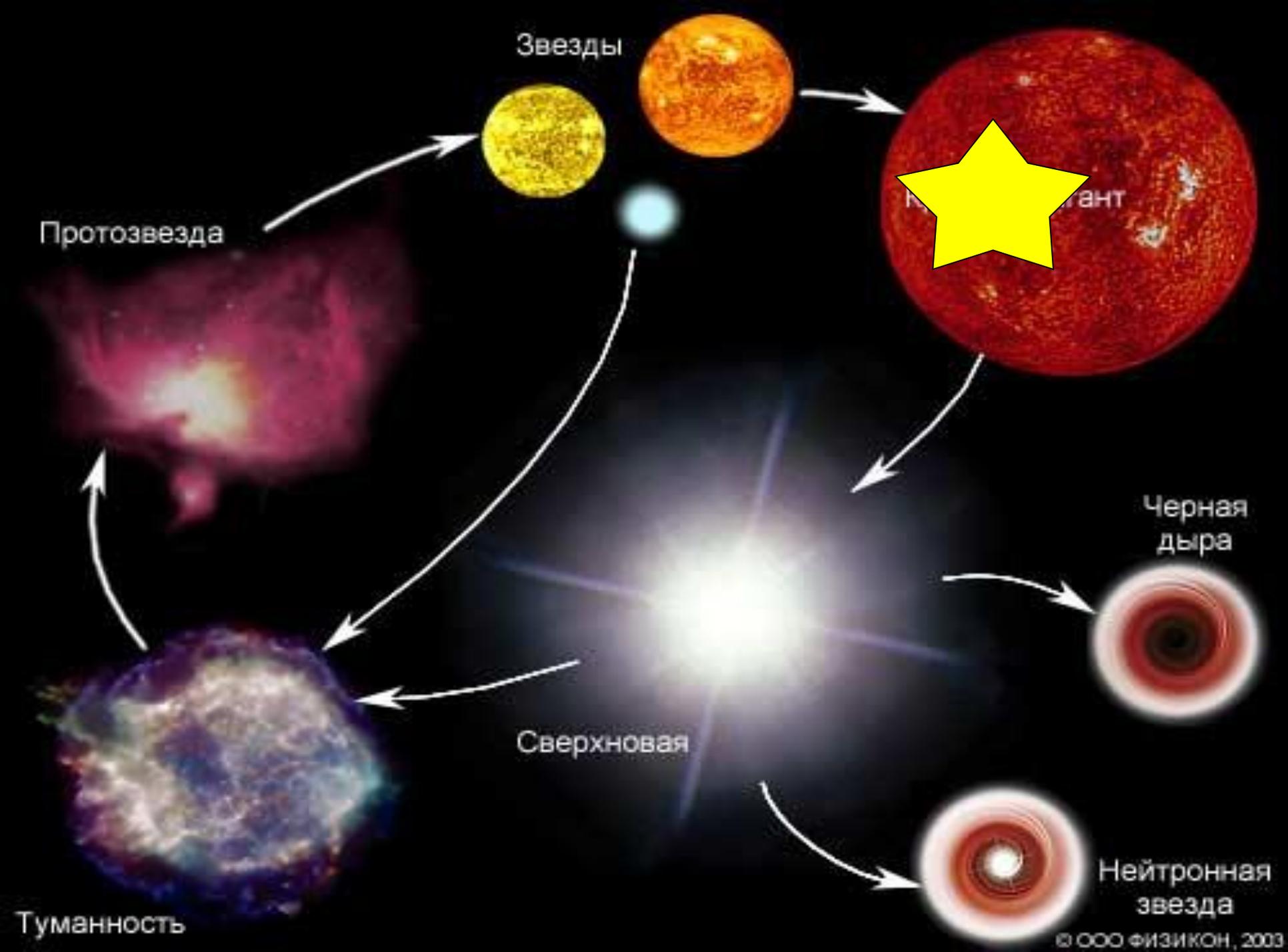


Туманность

Планетарная туманность - газовая оболочка, в центре которой располагается звезда с достаточно высокой температурой.



В процессе эволюции оболочка расширяется, звезда сжимается, а температура ее растет. В центре каждой планетарной туманности образуется белый карлик - компактная звезда с температурой порядка 100 000 градусов Кельвина.



Звезды

Протозвезда



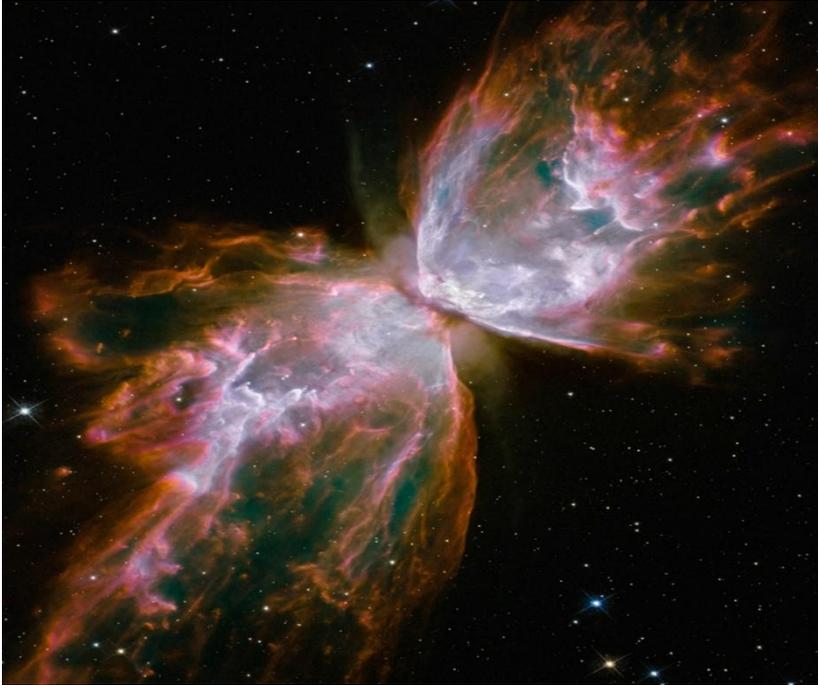
Чёрная дыра

Сверхновая

Нейтронная звезда

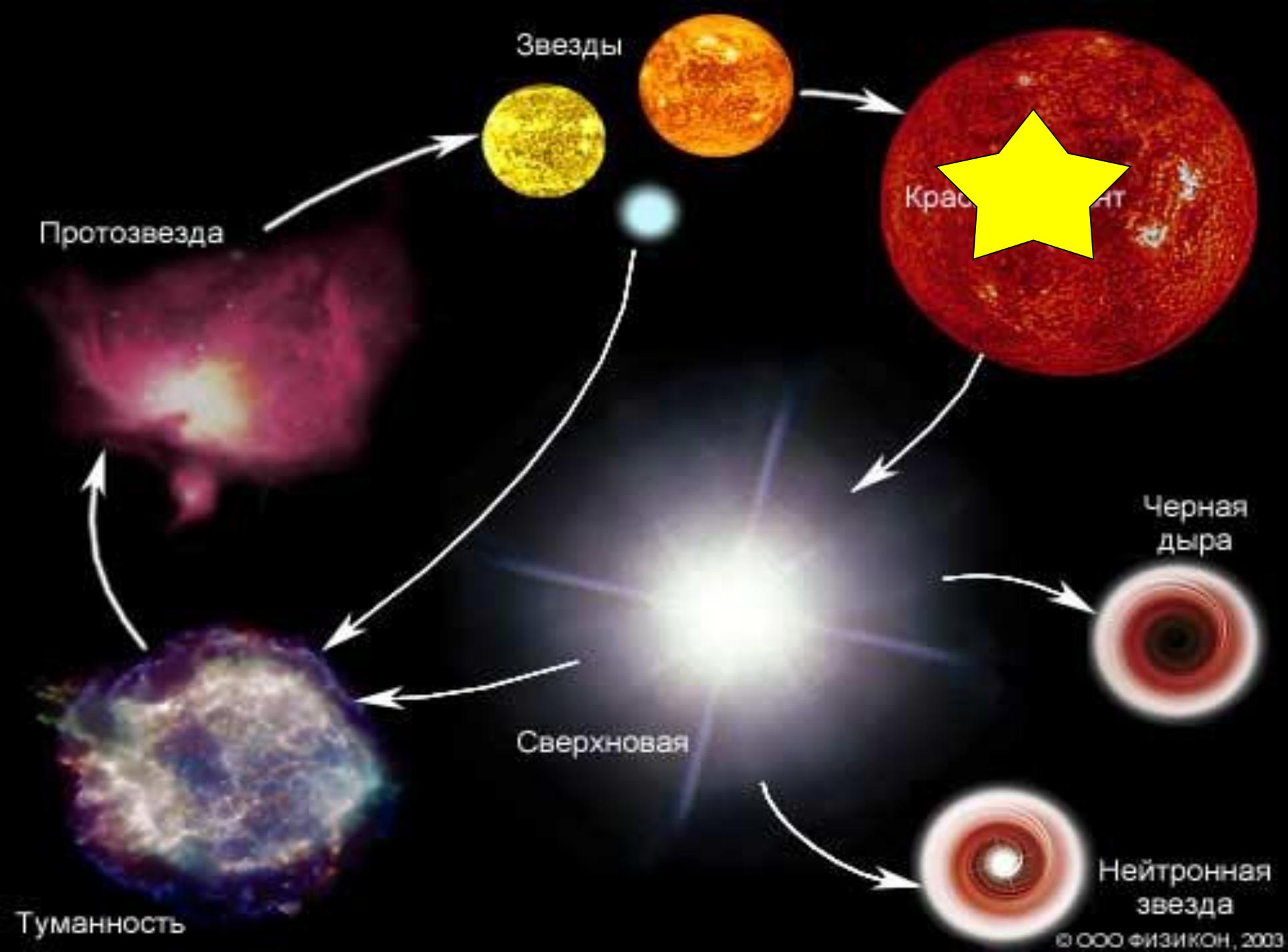
Туманность

Нейтронная звезда



В звездах, превосходящих по массе Солнце в десять раз, реакции идут непрерывно, но постепенно сходят на нет, когда образуется железо. На этой стадии ядро звезды состоит из ионов железа.

Постепенно все вещество в центре звезды оказывается состоящим из нейтронов. При достижении критического значения наступает взрыв. При этом выделяется огромное количество энергии, внешняя оболочка звезды взрывается, разлетаясь в пространстве и обнажая



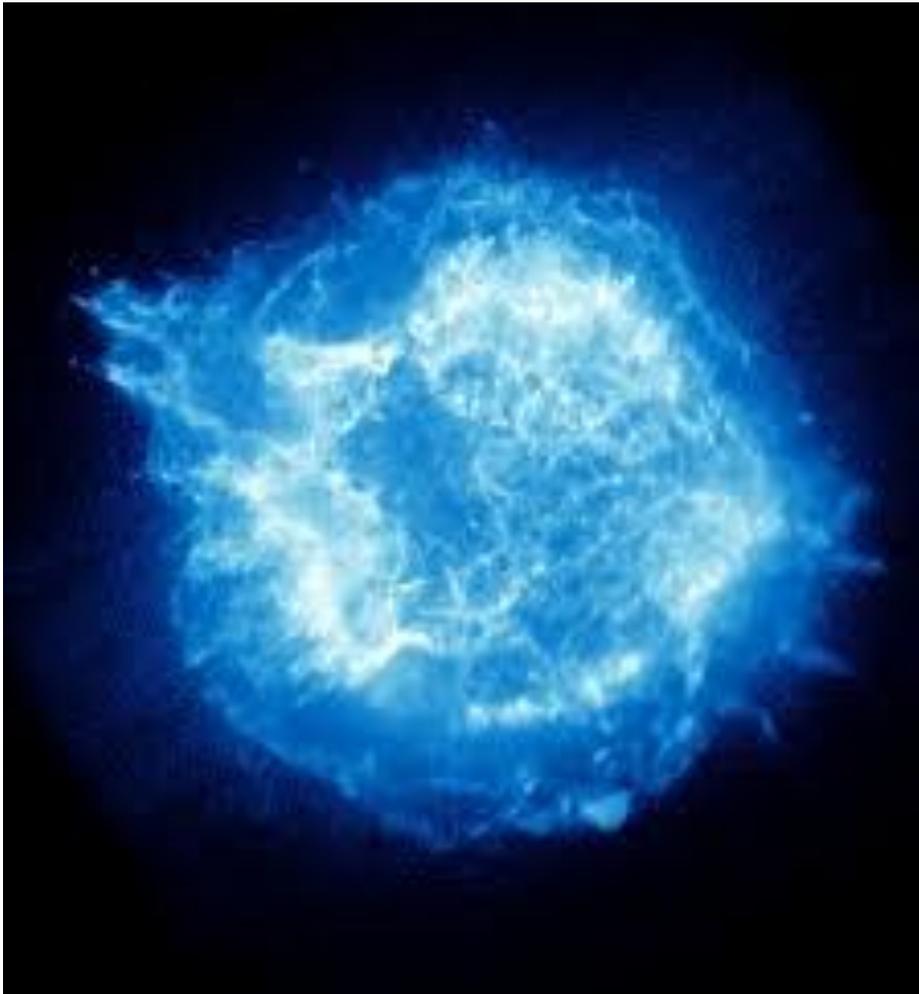
Чёрные дыры

К концу своего существования звезда имеет массу слишком большую, чтобы стать белым карликом или стабильной нейтронной звездой, а потому ее остатки коллапсируют в черную дыру - объект, обладающий мощным гравитационным полем и не дающий вырваться наружу никакому излучению.



Но, в основном, умирающие звезды превращаются в компактные объекты, выбрасывающие в пространство часть своей массы и обеспечивающие тем самым рождение следующих звездных поколений.

Жизнь звезды зависит от химического состава вещества



На звездах не обнаружено ни одного неизвестного химического элемента.

Некоторые звезды выделяются по содержанию какого-нибудь одного элемента или группы элементов.

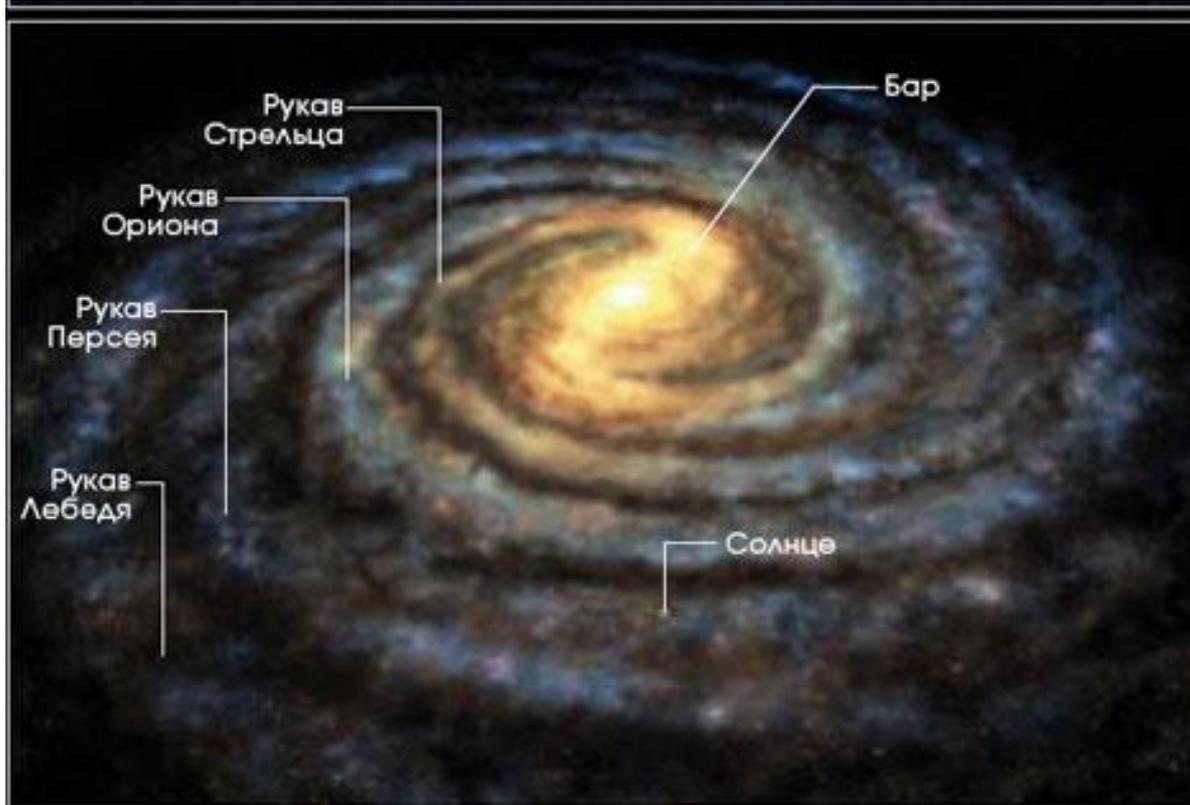
Основные понятия:

- **Галактика** - гравитационно-связанная система из звезд и звездных скоплений, межзвездного газа и пыли, и темной материи. Все объекты в составе галактики участвуют в движении относительно общего центра масс. Скорость ее движения во Вселенной — 1,5 млн км/ч.



Наша Галактика – Млечный Путь

Это галактика, в которой находятся Земля, Солнечная система и все отдельные звёзды, видимые невооружённым глазом. Относится к спиральным галактикам с перемычкой.



Вместе с другими звёздами Солнце вращается вокруг центра Галактики со скоростью 220—240 км/с, делая один оборот примерно за 200 млн. лет. Таким образом, за все время существования Солнце и Земля облетели вокруг центра Галактики не более 30 раз.

Наша Галактика – Млечный Путь



так выглядит наша Галактика (вид сбоку)

Диаметр диска около 100 000 световых лет.

Толщина диска около 1000 световых лет.