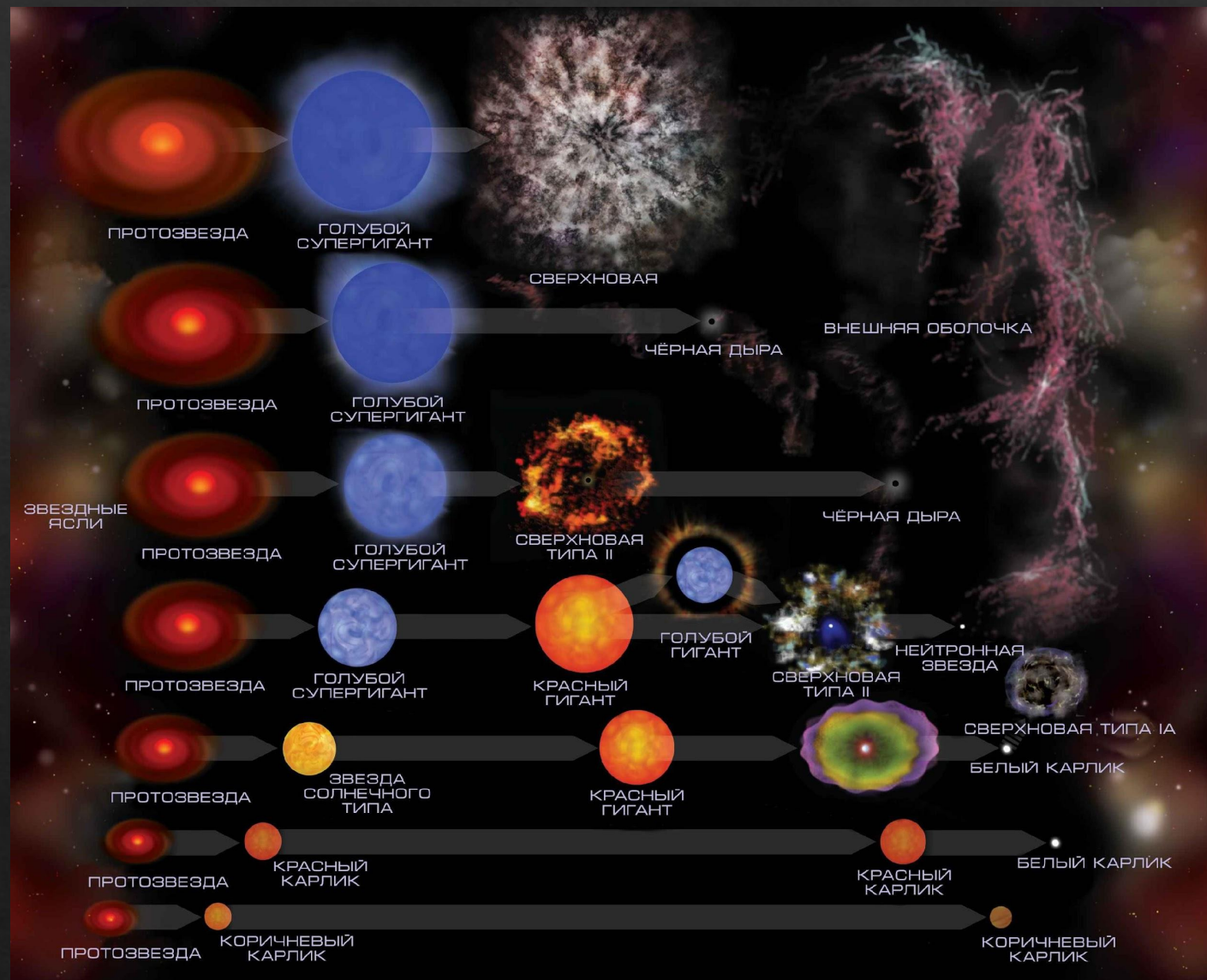


Космические тела. Звёзды

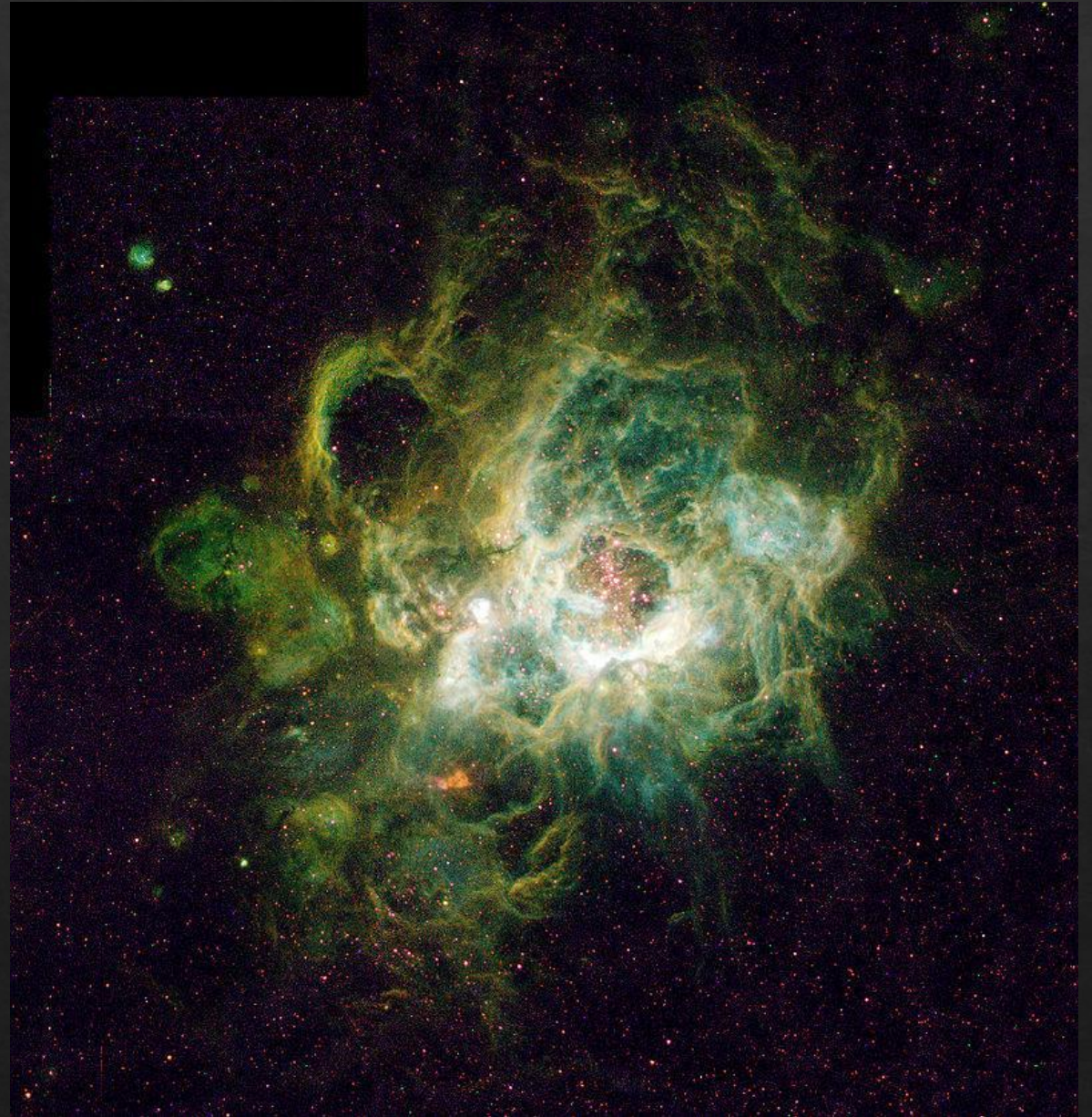
Рождение, жизнь и смерть звезды

Звёздная эволюция в астрономии — последовательность изменений, которым звезда подвергается в течение её жизни, то есть на протяжении сотен тысяч, миллионов или миллиардов лет, пока она излучает свет и тепло. В течение таких колоссальных промежутков времени изменения оказываются весьма значительными.



Рождение звёзд

Эволюция звезды начинается в гигантском молекулярном облаке (облаком с плотностью в 1000 000 молекул на см^3), также называемом звёздной колыбелью. Молекулы этого облака под действием внешних сил (взрыв близлежащей звезды, столкновение двух облаков...).

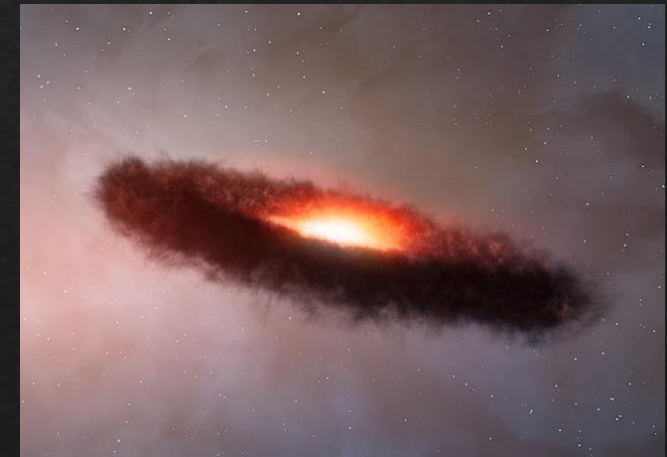


Молодые звёзды

Молодые звёзды малой массы (до трёх масс Солнца) - центрах к только-только начинаются ядерные реакции, и всё излучение происходит, в основном, из-за гравитационного сжатия.

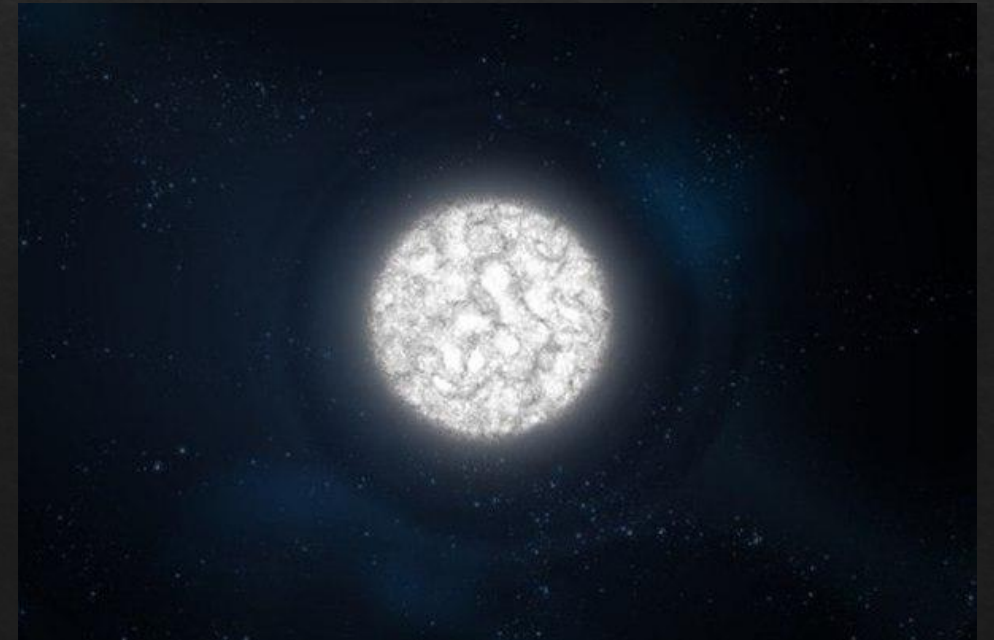
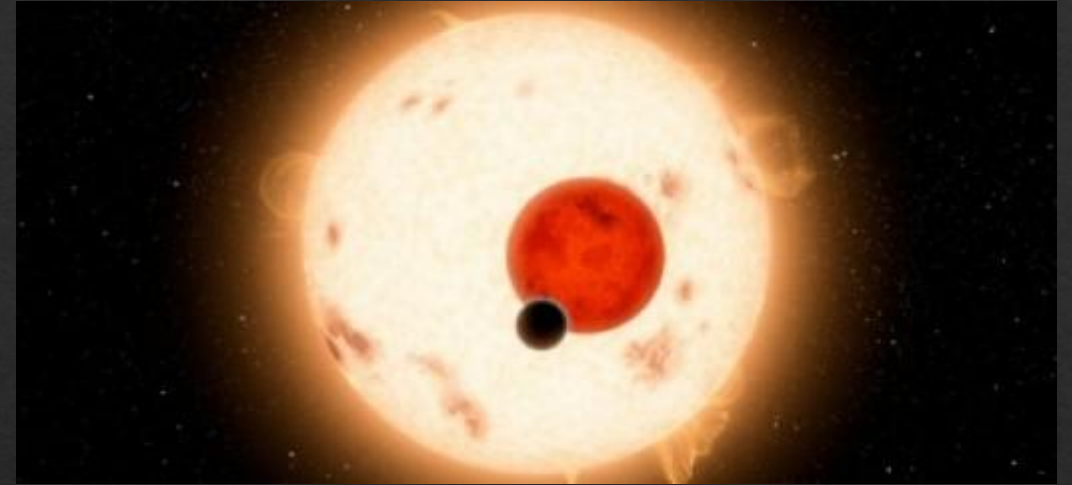
Молодые звёзды промежуточной массы (от 2 до 8 масс Солнца) - качественно эволюционируют точно так же, как и их меньшие сестры и братья.

Молодые звёзды с массой больше 8 солнечных масс - Звезды с такими массами уже обладают характеристиками нормальных звезд, поскольку прошли все промежуточные стадии и смогли достичь такой скорости ядерных реакций, которая компенсировала потери энергии на излучение, пока накапливалась масса для достижения гидростатического равновесия ядра.



Середина жизненного цикла звезды

Среди звёзд встречается широкое многообразие цветов и размеров. По спектральному классу они варьируются от горячих голубых до холодных красных, по массе — от 0,0767 до около 300 солнечных масс по последним оценкам. Светимость и цвет звезды зависят от температуры её поверхности, которая, в свою очередь, определяется её массой.



Зрелость

По прошествии определённого времени — от миллиона до десятков миллиардов лет (в зависимости от начальной массы) — звезда истощает водородные ресурсы ядра. В больших и горячих звёздах это происходит гораздо быстрее, чем в маленьких и более холодных. Истощение запаса водорода приводит к остановке термоядерных реакций.

Без давления, возникавшего в ходе этих реакций и уравнивавшего внутреннюю гравитацию в теле звезды, звезда снова начинает сжиматься, как уже было ранее в процессе её формирования. Температура и давление снова растут.



Финальные стадии звёздной эволюции

Старые звёзды с малой массой - В настоящее время из — за малого возраста вселенной (13,7 млрд. лет) достоверно неизвестно, что происходит с лёгкими звёздами после истощения запаса водорода в их недрах.

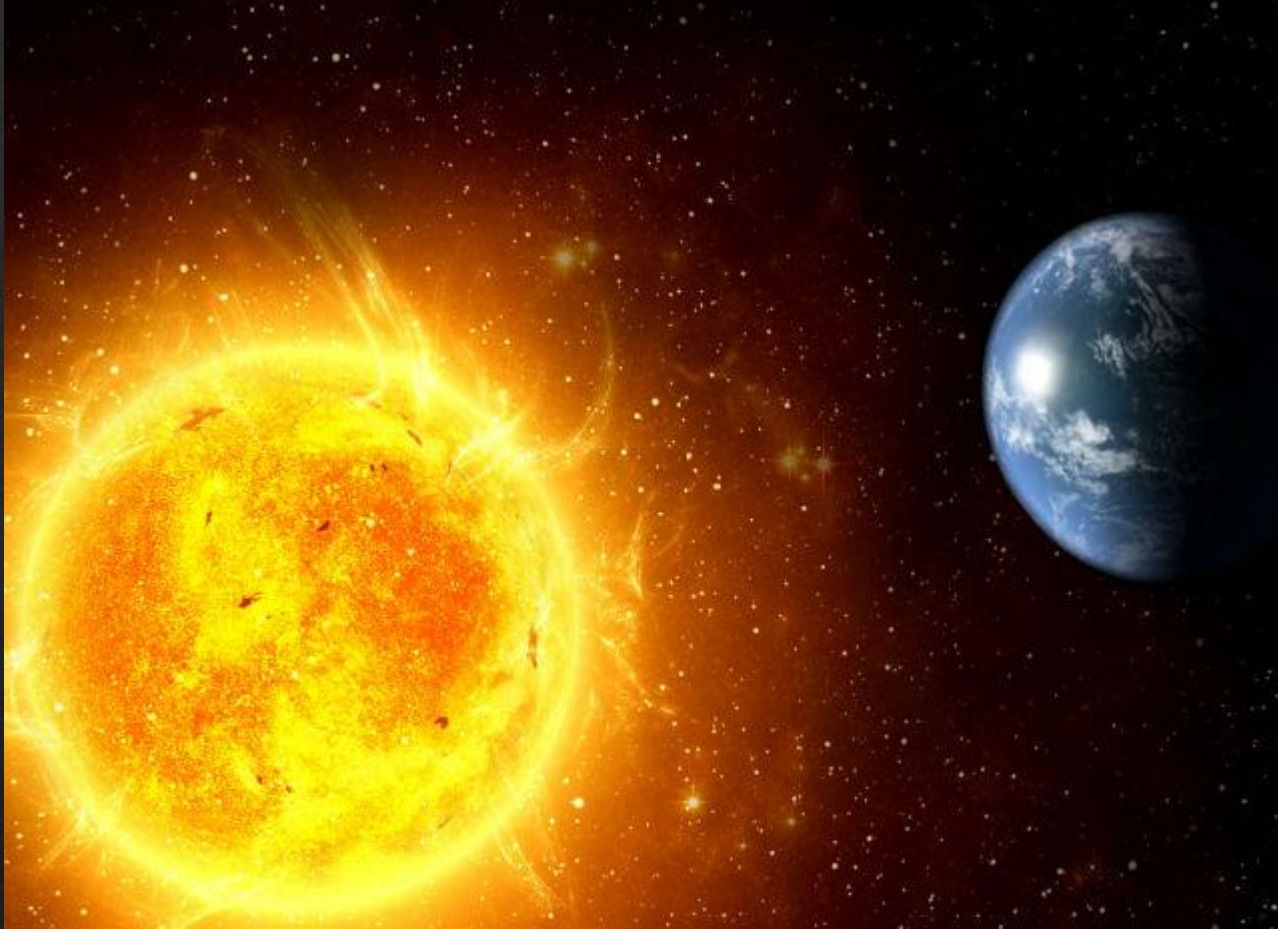
Звёзды среднего размера - При достижении звездой средней величины (от 0,4 до 3,4 солнечных масс фазы красного гиганта в её ядре заканчивается водород и начинаются реакции синтеза углерода из гелия. Этот процесс идет при более высоких температурах и поэтому поток энергии от ядра увеличивается и, как следствие, внешние слои звезды начинают расширяться.

Сверхмассивные звёзды - В результате по мере образования всё более тяжёлых элементов Периодической системы, из кремния синтезируется железо-56. Ядро железа-56 обладает максимальным дефектом массы и образование более тяжёлых ядер с выделением энергии невозможно.

Происходящие процессы в считанные секунды приводят к взрыву сверхновой звезды невероятной мощности.



Абсолютная звёздная величина



Абсолютная звёздная величина (M) определяется как видимая звёздная величина объекта, если бы он был расположен на расстоянии 10 парсек от наблюдателя. Абсолютная болометрическая звёздная величина Солнца +4,7. парсек.

Двойные звёзды

Двойные звёзды - система из двух гравитационно связанных звёзд, обращающихся по замкнутым орбитам вокруг общего центра масс.



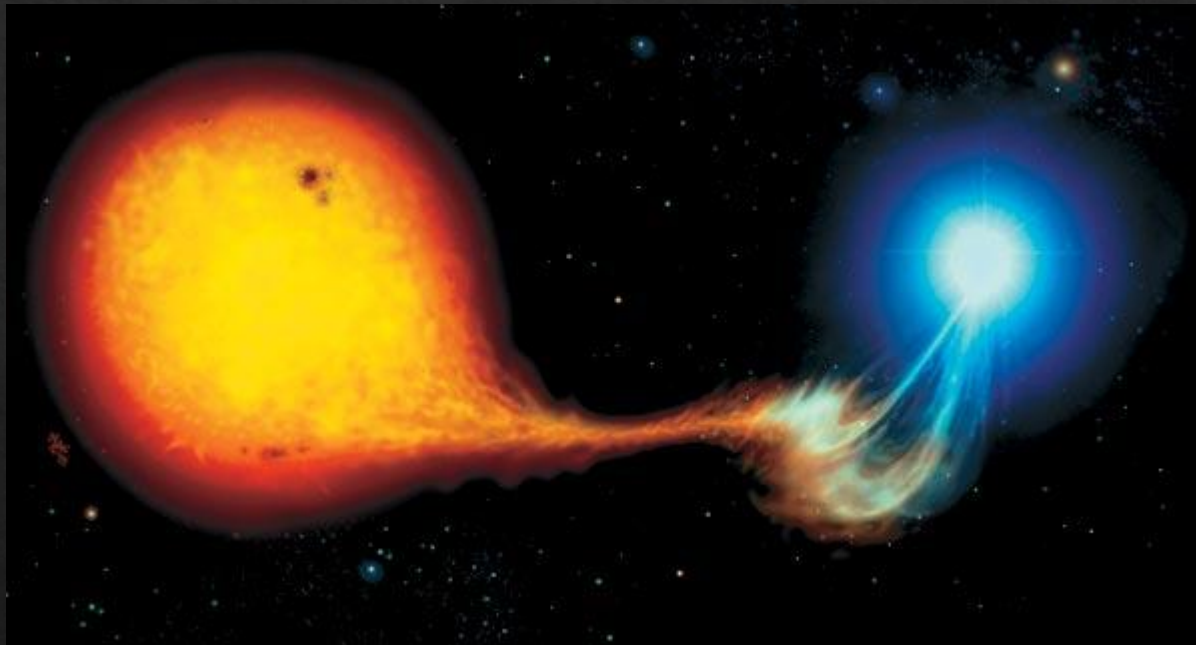
www.eso.org

История открытия и изучения

Первым выдвинул идею о существовании двойных звёзд Джон Мичелл. На выступлении в Королевском обществе в 1767 году он предположил, что многие звезды, видимые как двойные, действительно могут быть физически связаны. Наблюдательные подтверждения этой гипотезы были опубликованы сэром Уильямом Гершелем в 1802.

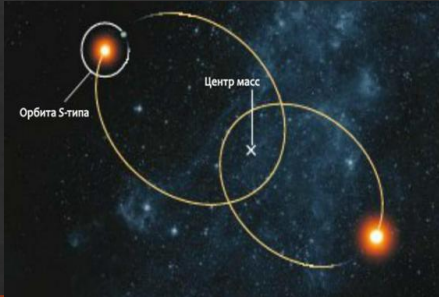


Уильям Гершель

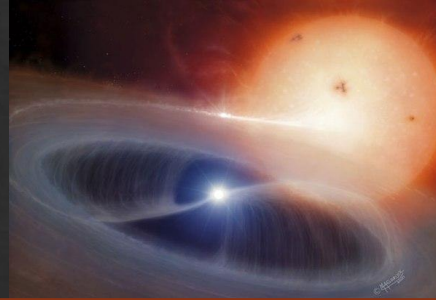


Джон Митчел

Типы двойных звёзд



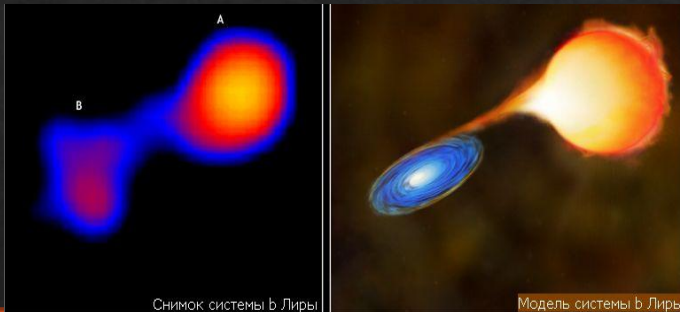
Астрометрические двойные звёзды – звёзды двойственности которых можно обнаружить по изменению положения на небе второго.



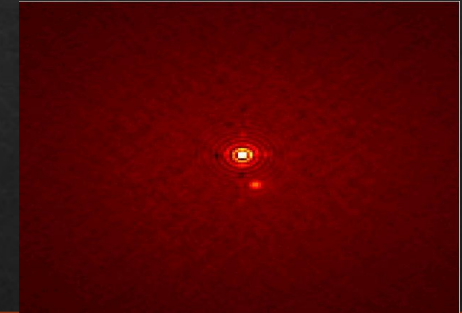
Астрометрические двойные звёзды – звёзды двойственности которых можно обнаружить по изменению положения на небе второго.



Визуально-двойные звёзды - Двойные звезды, которые возможно увидеть раздельно.



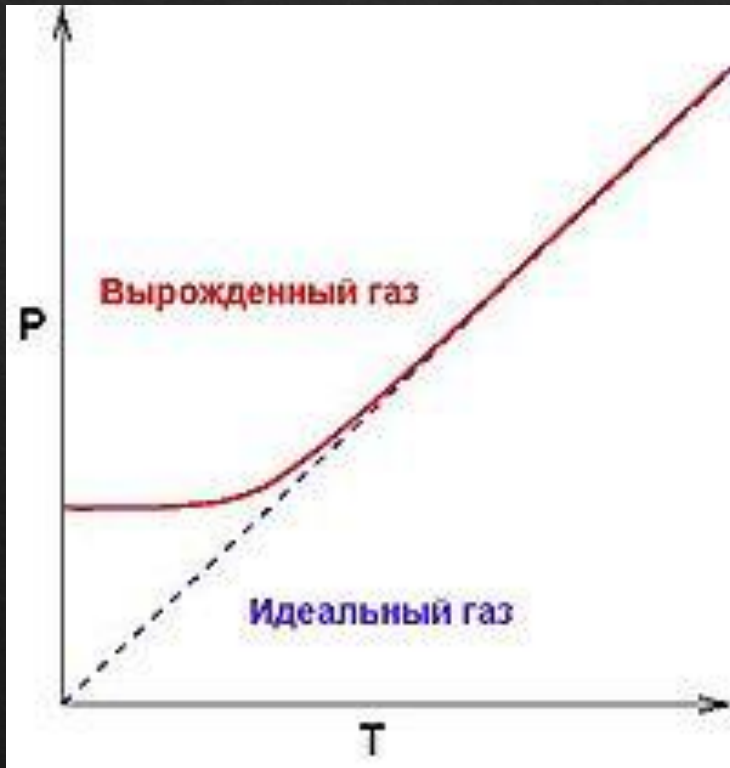
Спектрально-двойные звёзды - система двойных звёзд, если двойственность обнаруживается при помощи спектральных наблюдений.



Спекл-интерферометрические двойные звезды – те же визуально двойные звёзды, но различимые только при анализе цветового спектра.

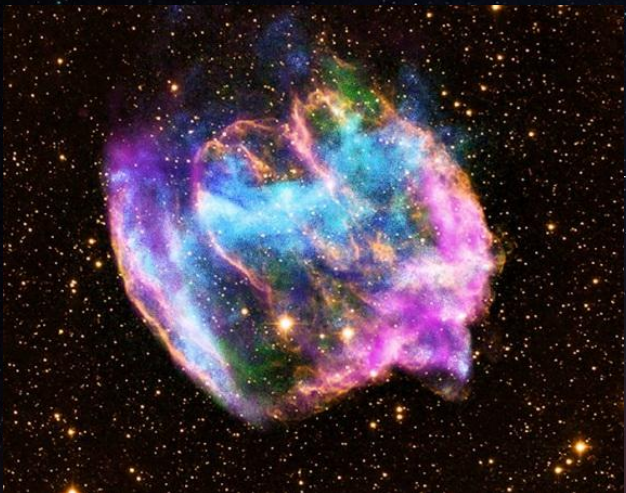
Новые звёзды

Новые звёзды — звёзды, светимость которых внезапно увеличивается в $\sim 10^3$ — 10^6 звёздных величин (в среднем увеличение светимости — в $\sim 10^4$, блеска — на ~ 12 звёздных величин).



Внезапная вспышка происходит когда газ выделяемый звездой доходит до «идеального» значения.

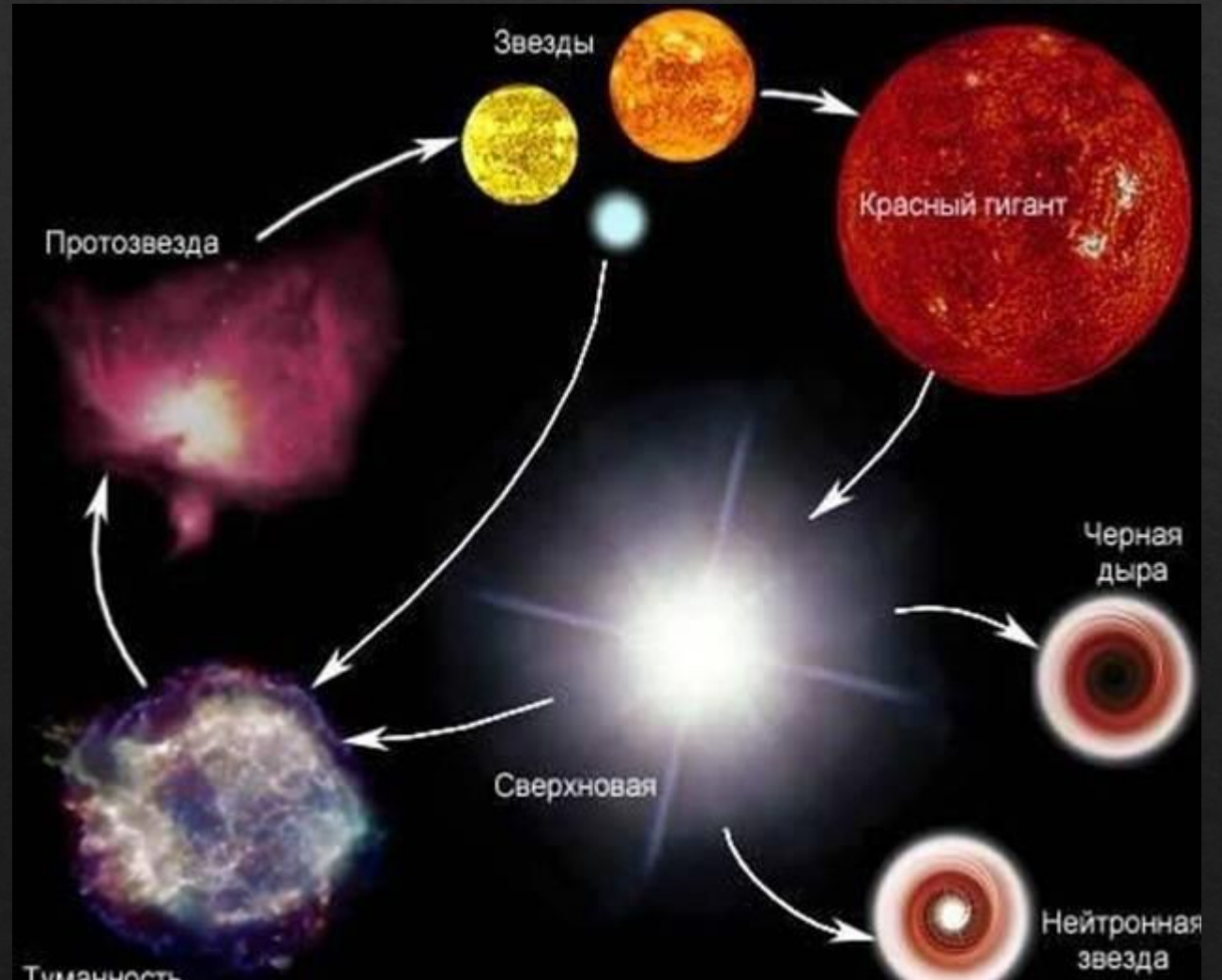
Сверхновые звёзды



«Сверхновая звезда или вспышка сверхновой — феномен, в ходе которого звезда резко меняет свою яркость на 10^4 — 10^8 с последующим сравнительно медленным затуханием вспышки. Является результатом катаклизмического процесса, возникающего в конце эволюции некоторых звёзд и сопровождающегося выделением огромной энергии.

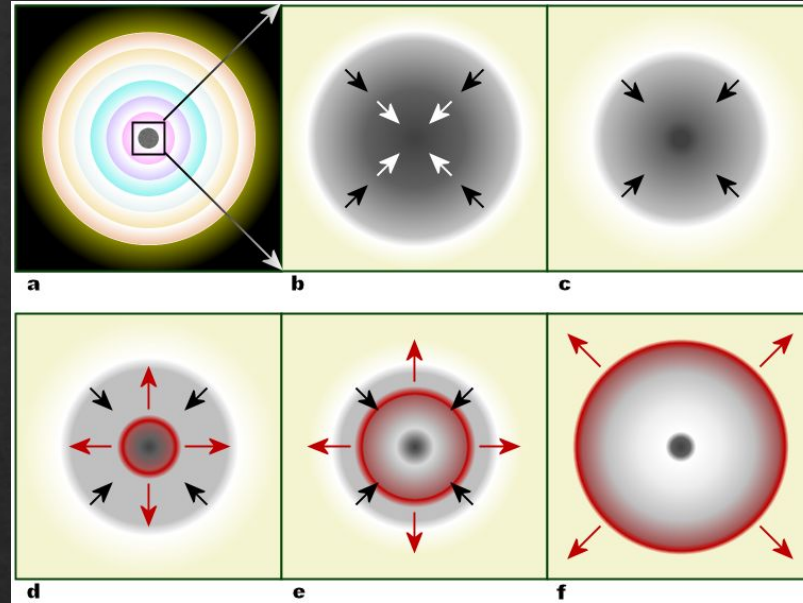
Сверхновые звёзды

Сверхновые похожи по принципу действия на новые, но в результате взрыва звезда преобразается сильнее.

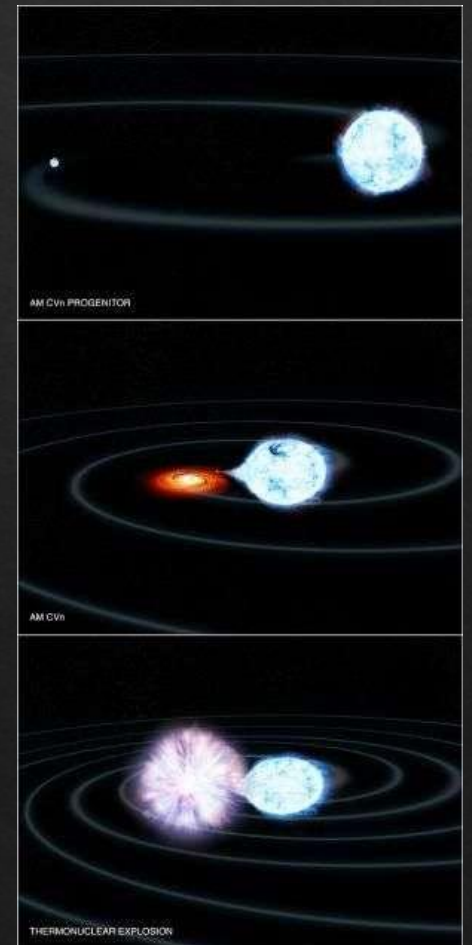


Причины возникновения сверхновые звёзды

Гравитационный коллапс ядра - быстрое сжатие и распад межзвездного облака или звезды под действием собственной силы тяготения.



Термоядерный взрыв – резкое увеличение массы вещества, участвующего в термоядерном горении. Происходит в двойных системах в результате поглощения одной звезды другой.

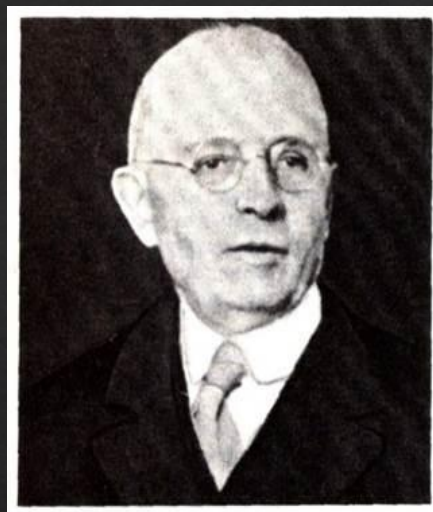


Современная классификация сверхновых				
Класс	Подкласс			Механизм
I Линии водорода отсутствуют	Сильные линии ионизированного кремния (Si II) на 6150	Ia		Термоядерный взрыв
		Iax В максимуме блеска имеют меньшую светимость и меньшую же в сравнении Ia		
	Линии кремния слабые или отсутствуют	Ib Присутствуют линии гелия (He I).		Гравитационный коллапс
		Ic Линии гелия слабые или отсутствуют		
II Присутствуют линии водорода	II-P/L/N Спектр постоянен	II-P	Кривая блеска имеет плато	
		II-P/L	Нет узких линий	
		II-L	Звёздная величина линейно уменьшается со временем	
	IIn Присутствуют узкие линии			
	IIb Спектр со временем меняется и становится похожим на спектр Ib.			

«Диаграмма «спектр-светимость»»



В 1913г Генри Норрис Рессел (1877-1957, США) также установил данную зависимость и представил ее графически.



В 1905г Эйнар Герцшпрунг (1873-1967, Голландия) установил зависимость светимости звезд с их спектральными классами, сопоставляя данные наблюдений.

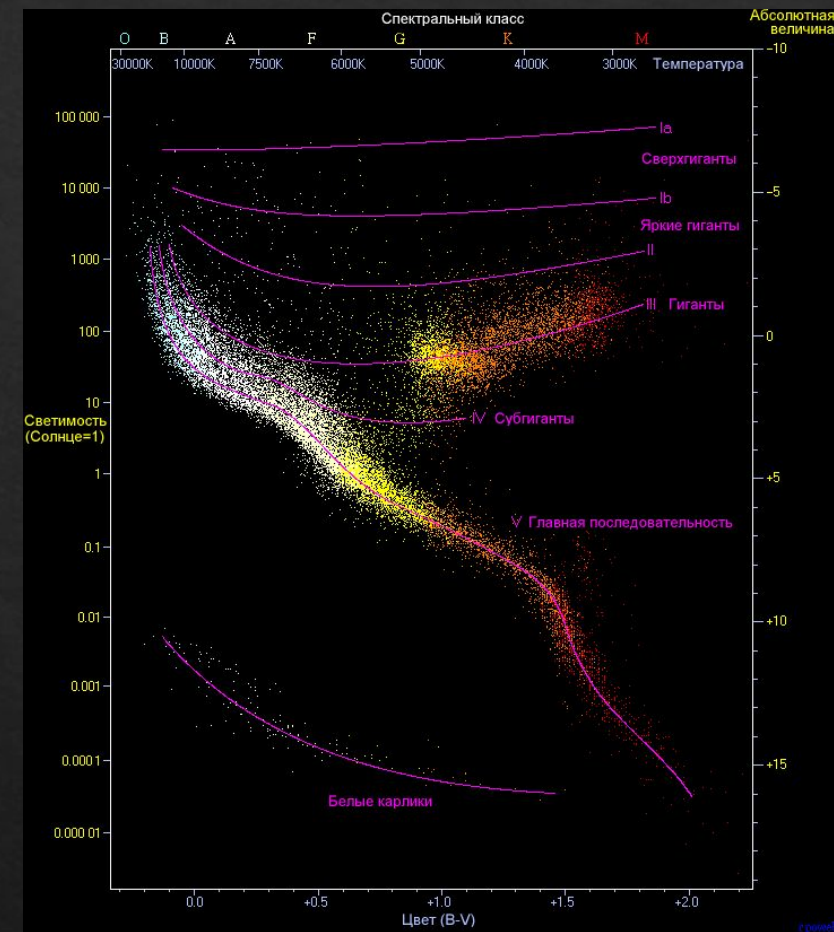


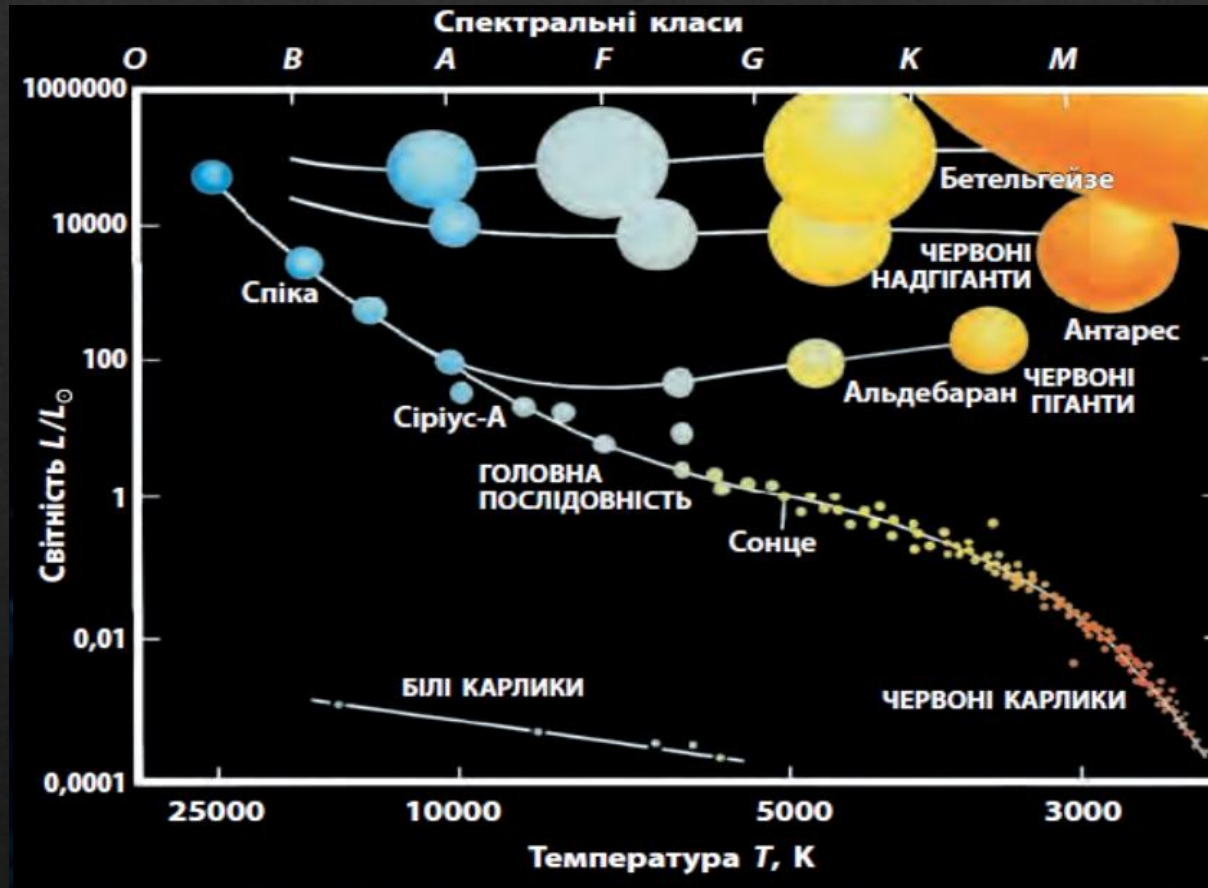
Диаграмма показывает зависимость между абсолютной звёздной величиной, светимостью, спектральным классом и температурой поверхности звезды.

Поверхностная температура звезды

Поверхностная температура звезды — температура черного тела, которое обладает светимостью звезды. Поверхностная температура Солнца равна 5760 К.



Светимость и размер звезд



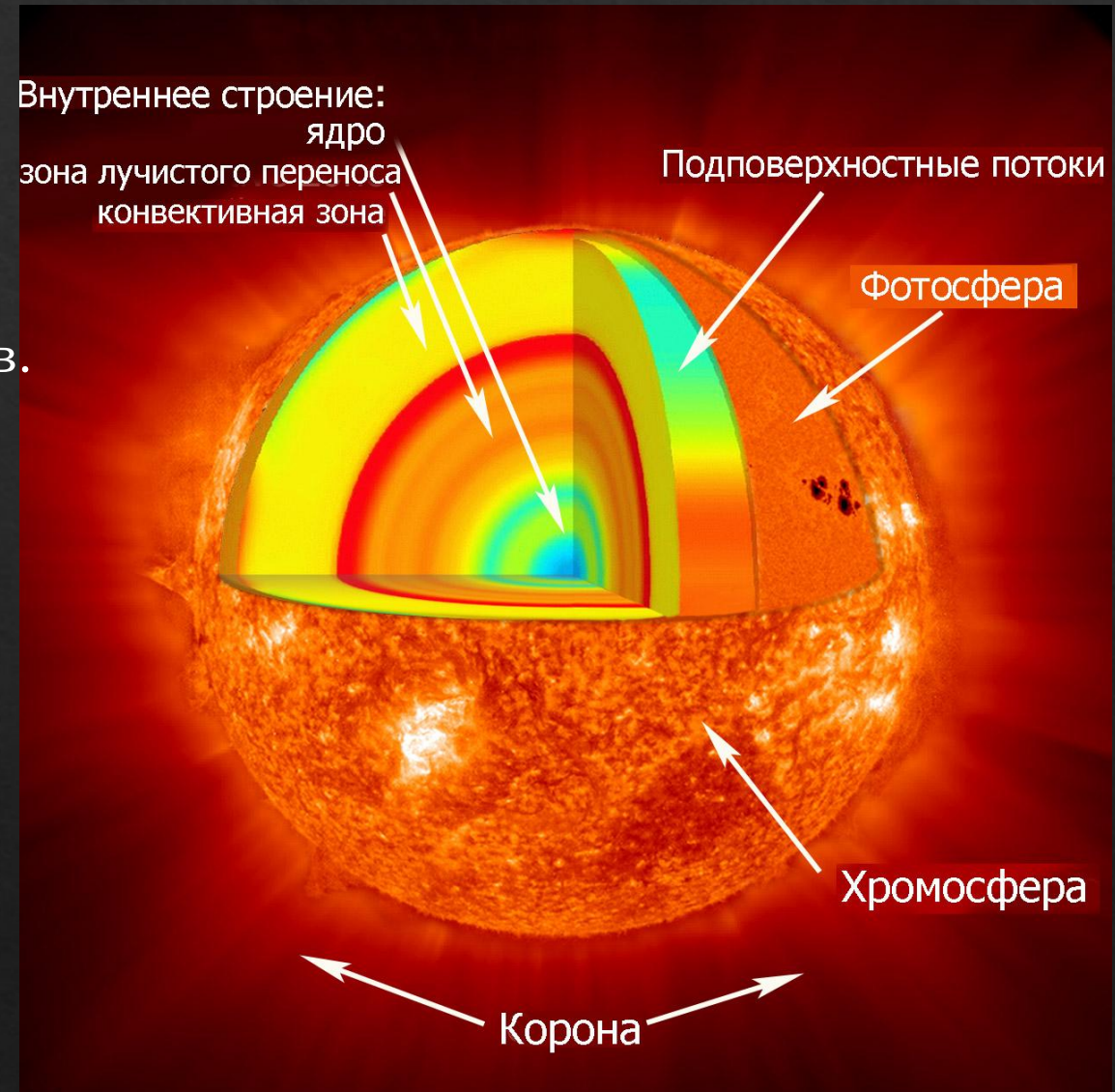
По распределению звезд в соответствии с их светимостью и температурой на диаграмме Герцшпрунга–Рассела выделены следующие классы светимости:

сверхгиганты – I класс светимости;
гиганты – II класс светимости;
звезды главной последовательности – V класс светимости;
субкарлики – VI класс светимости;
белые карлики – VII класс светимости.

Солнце – звезда G2V.

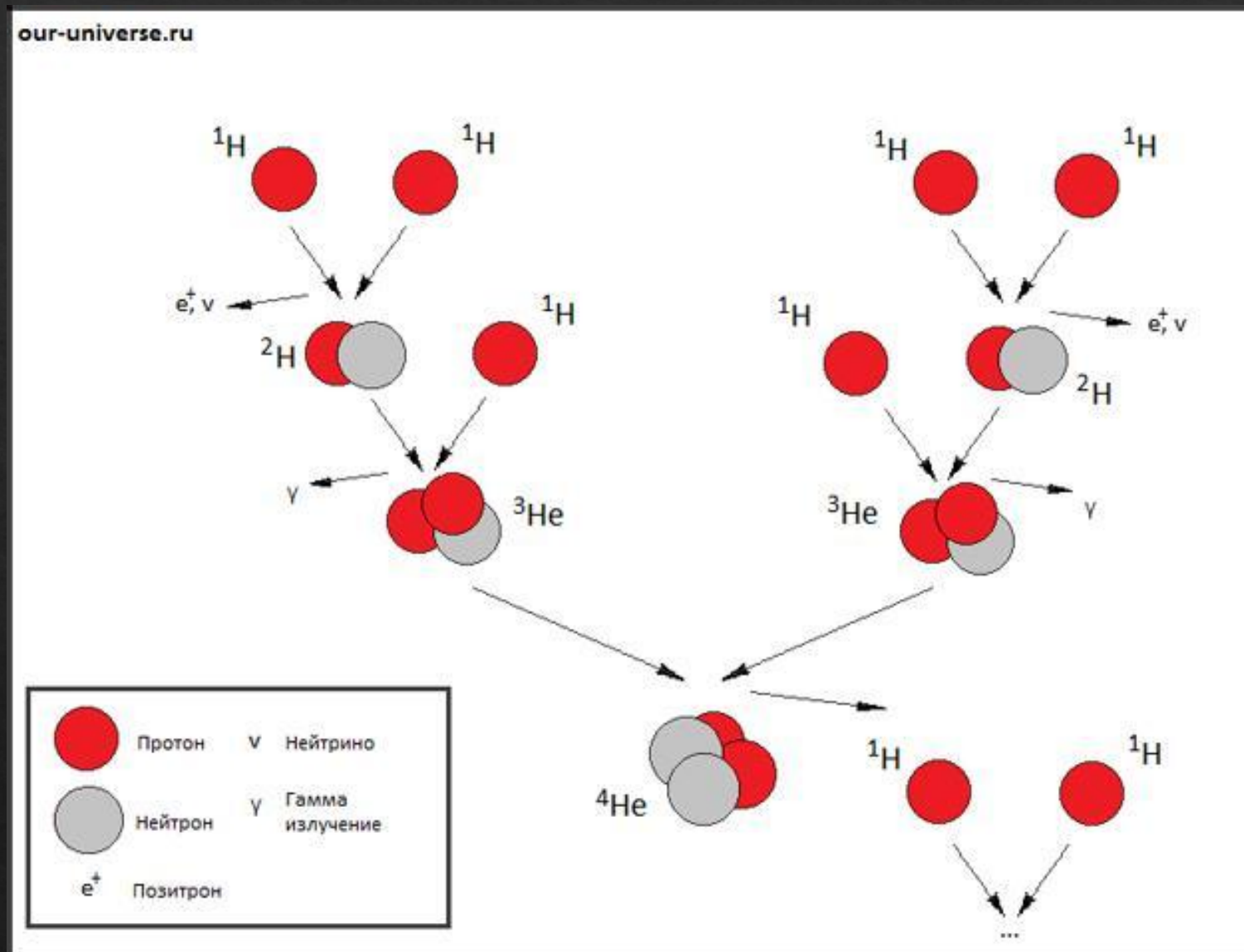
Солнце — ближайшая звезда

- Возраст — 4,7 млрд. лет
- Продолжительность жизни — 10 млрд. лет
- Масса — 330.000 масс Земли
- Радиус — 109 радиусов Земли
- Расстояние до Земли — 149600000 км
- Расстояние до центра Галактики — 28.000 св. лет
- Скорость в Галактике — 220 км/с
- Период вращения — 25 сут. на экваторе и 35 сут. у полюсов.

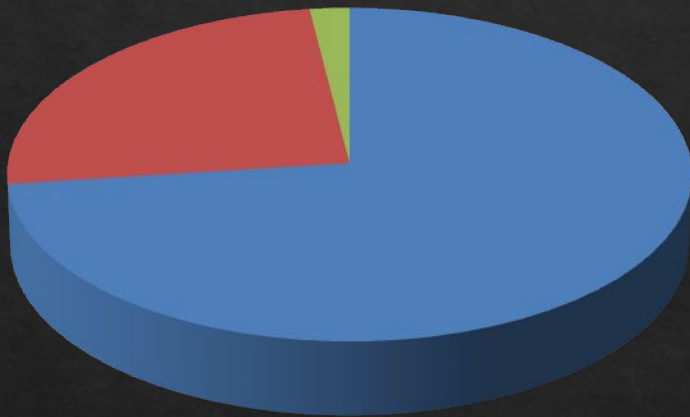


Солнце — ближайшая звезда

Мощность, выделяемая различными зонами ядра, зависит от их расстояния до центра Солнца. В самом центре она достигает, согласно теоретическим оценкам, $276,5 \text{ Вт/м}^3$. Таким образом, на объём человека ($0,05 \text{ м}^3$) приходится выделение тепла 285 Ккал/день (1192 кДж/день), что на порядок меньше удельного тепловыделения живого бодрствующего человека. Удельное же тепловыделение всего объёма Солнца ещё на два порядка меньше. Благодаря столь скромному удельному энерговыделению запасов «топлива» (водорода) хватает на несколько миллиардов лет поддержания термоядерной реакции.



Солнце — ближайшая звезда



■ *Водород*

■ *Гелий*

■ *Другие элементы*

Водород (примерно 74%);

Гелий (примерно 25%);

Другие элементы (железо, никель, кислород, азот, кремний, сера, магний, углерод, неон, кальций и хром — около 1%).

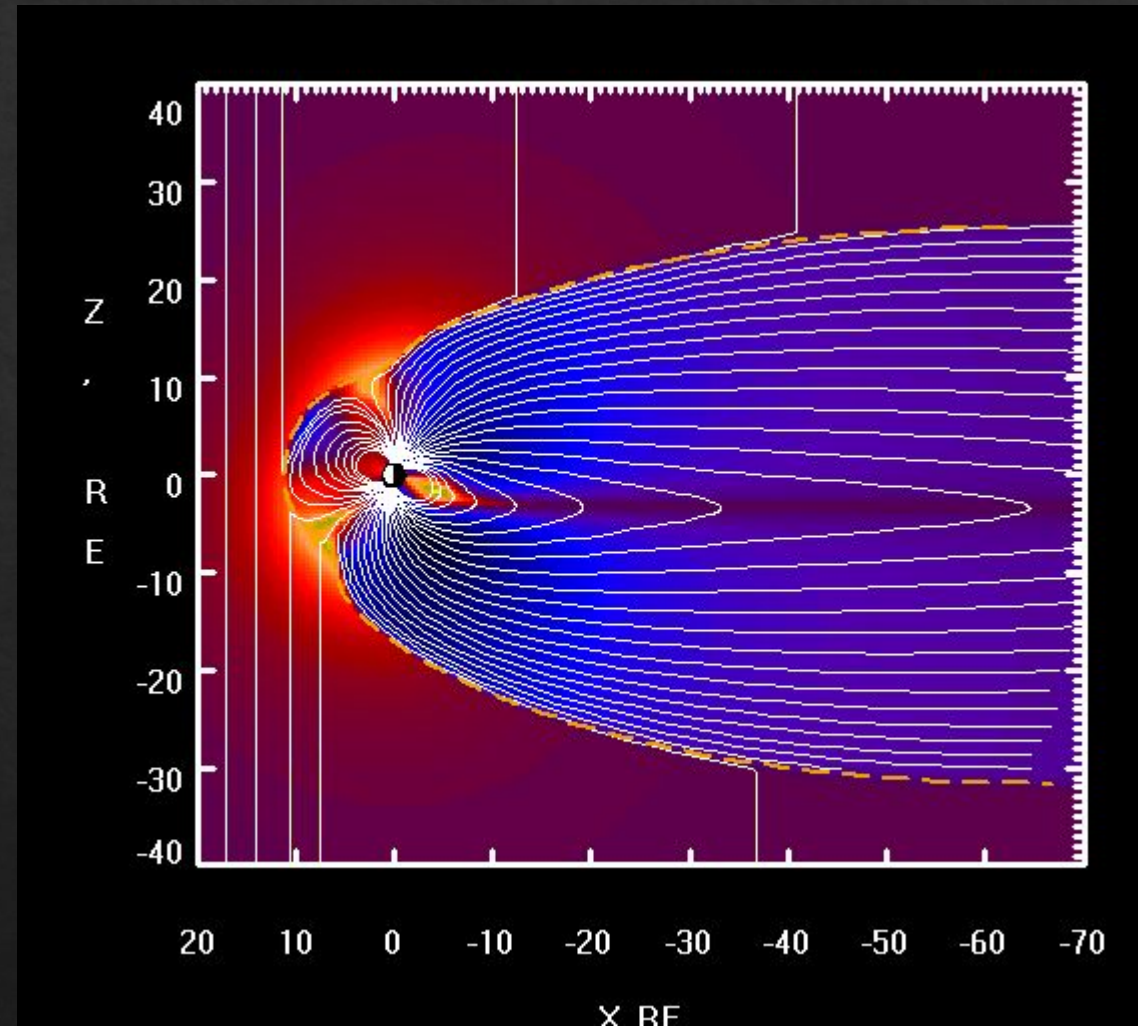
Солнце — ближайшая звезда

Фотосфера (слой, излучающий свет) образует видимую поверхность Солнца. Её толщина соответствует оптической толщине приблизительно в $2/3$ единиц. В абсолютных величинах фотосфера достигает толщины, по разным оценкам, от 100 до 400 км

Хромосфера — внешняя оболочка Солнца толщиной около 2000 км, окружающая фотосферу.

Корона — последняя внешняя оболочка Солнца. Корона в основном состоит из протуберанцев и энергетических извержений, исходящих и извергающихся на несколько сотен тысяч и даже более миллиона километров в пространство, образуя солнечный ветер.

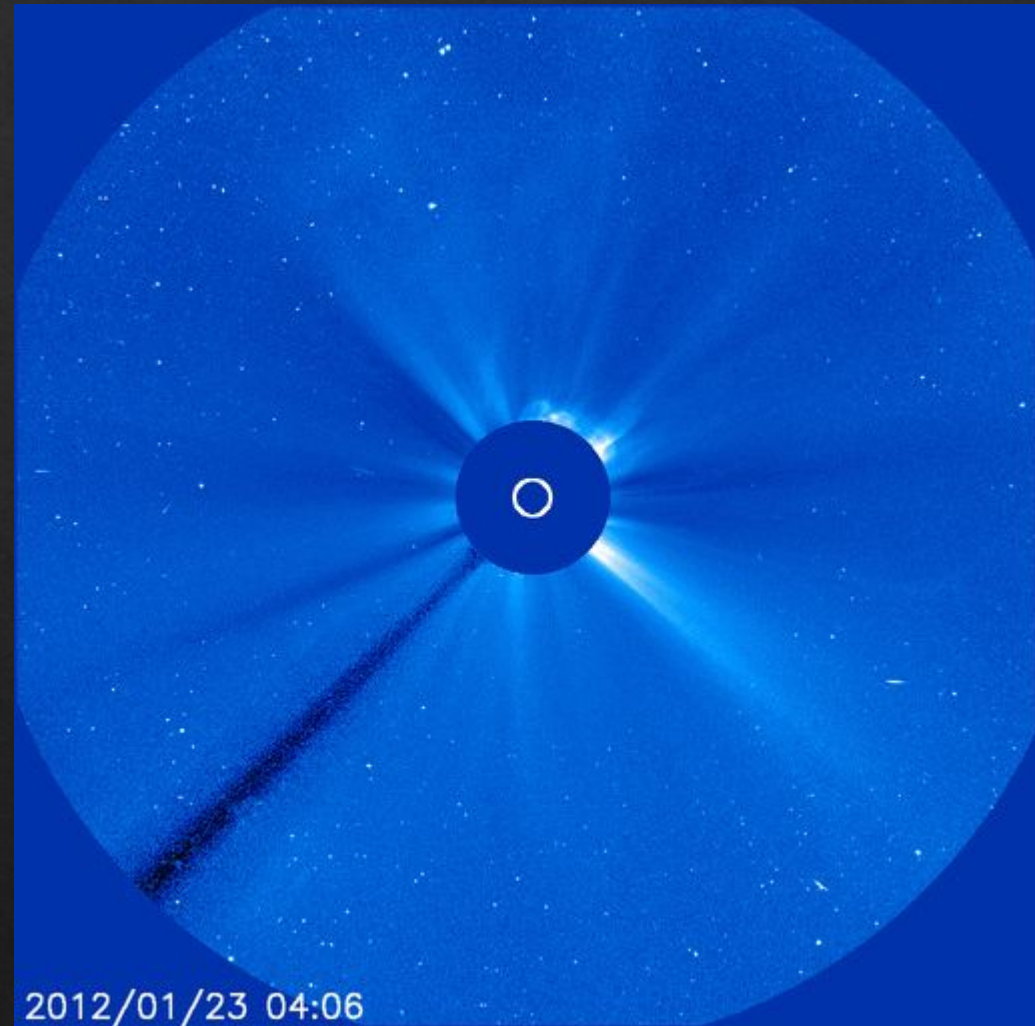
Из внешней части солнечной короны истекает солнечный ветер — поток ионизированных частиц



Искажение магнитного поля Земли под действием солнечного ветра

Солнце — ближайшая звезда

Вспышки — один из самых быстрых мощных процессов, происходящих в хромосфере Солнца. Начинаются с того, что за несколько минут яркость в некоторой области сильно возрастает. Обычно появляются над пятнами, особенно над теми, которые быстро изменяются. Причина: изменение магнитных полей, приводящее к внезапному сжатию вещества хромосферы. Происходит нечто подобное взрыву, и образуется направленный поток очень быстрых заряженных частиц и космических лучей. Длительность: от нескольких минут до нескольких часов. Сопровождаются мощны ультрафиолетовым, рентгеновским и радиоизлучением.



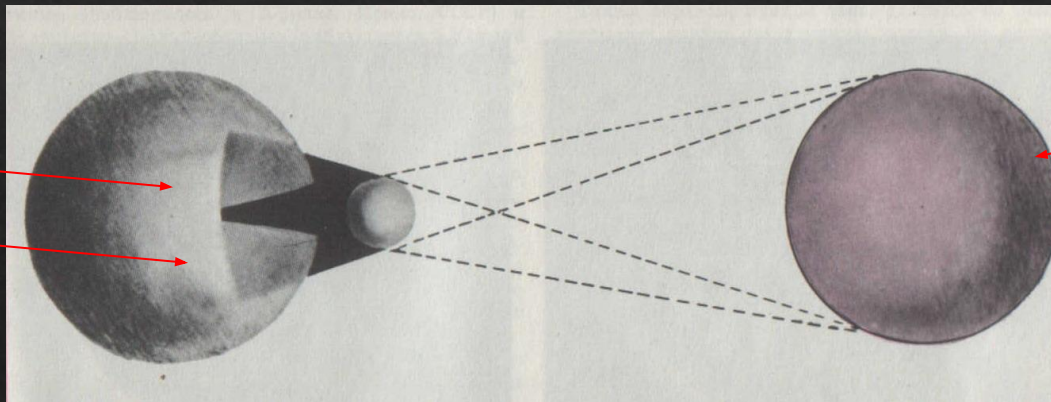
Солнечные затмения

Луна в определённые моменты времени оказывается между Землёй и Солнцем и закрывает Солнце. На Землю падает тень Луны.

Во время полного затмения Луна закрывает весь диск Солнца. Наблюдается на небольшой территории.

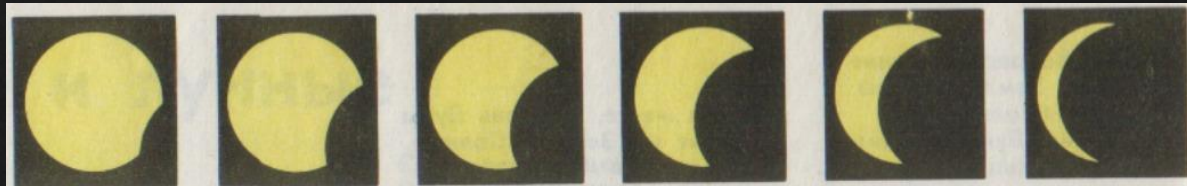


Полоса
частного
затмения



Солнце

По обе стороны полосы полной фазы наблюдается частное затмение.



Периодичность Солнечных затмений

Сарос – промежуток времени, через который солнечные и лунные повторяются в определённом порядке.

Сарос составляет примерно 18 лет 11 дней. За это время происходит 42 солнечных и 28 лунных затмений.

Полные солнечные затмения в данном месте земли видны не чаще одного раза в 200-300 лет.

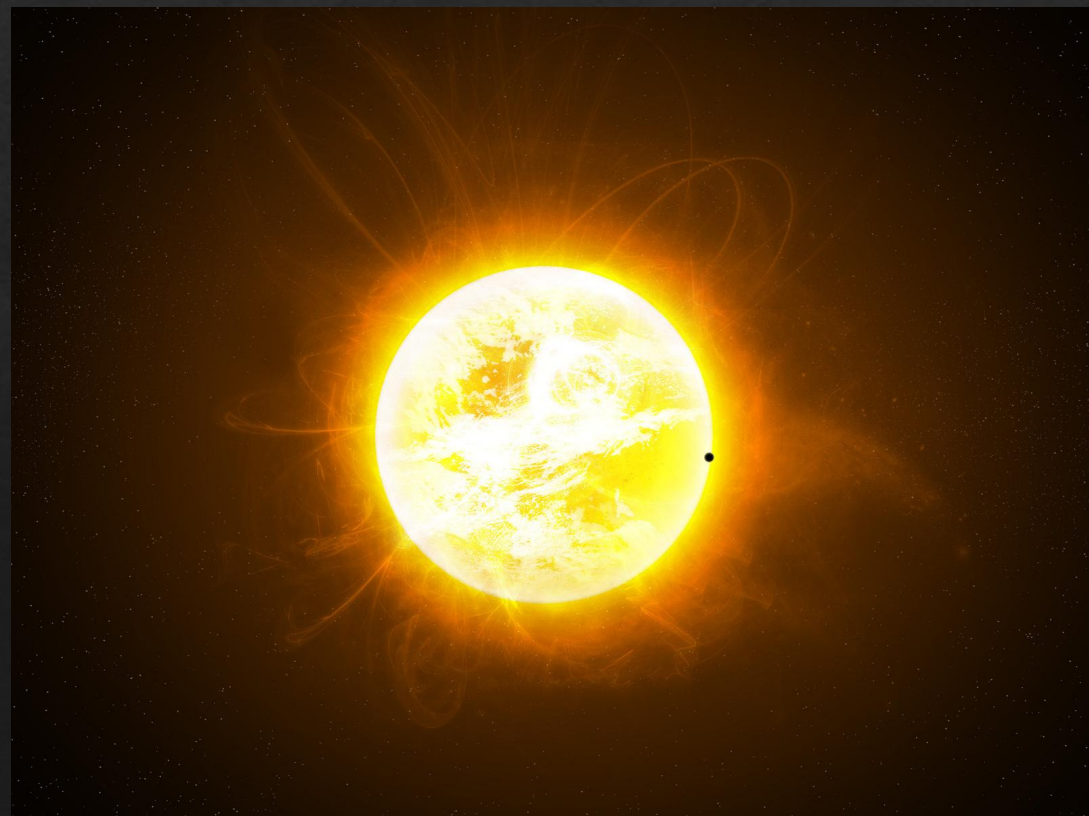
Продолжительность полного затмения – 2-3 минуты.



Наблюдение солнечной короны во время солнечного затмения.

Солнце - источник жизни на Земле

Солнце оказывает огромное влияние на жизнедеятельность Земли, оно участвует в фотосинтезе, помогает в образовании витамина D в организме человека. Солнечный ветер вызывает геомагнитные бури и именно его проникновение в слои земной атмосферы вызывает такое красивейшее природное явление, как северное сияние, называемое еще полярным. Солнечная активность меняется в сторону уменьшения или усиления примерно раз в 11 лет.



Электромагнитное излучение

Электромагнитное излучение подвергается строгому отбору в земной атмосфере. Она прозрачна только для видимого света и ближних ультрафиолетового и инфракрасного излучений, а также для радиоволн в сравнительно узком диапазоне (от сантиметровых до метровых). Всё остальное излучение либо отражается, либо поглощается атмосферой, нагревая и ионизуя её верхние слои.



Влияние солнечной активности на периодичность геофизических процессов

Геофизические процессы — процессы, происходящие в атмосфере, гидросфере и литосфере (полярные сияния, озоновые дыры, смерчи, землетрясения, цунами, наводнения).

Во время повышенной солнечной активности увеличивается периодичность геофизических процессов.

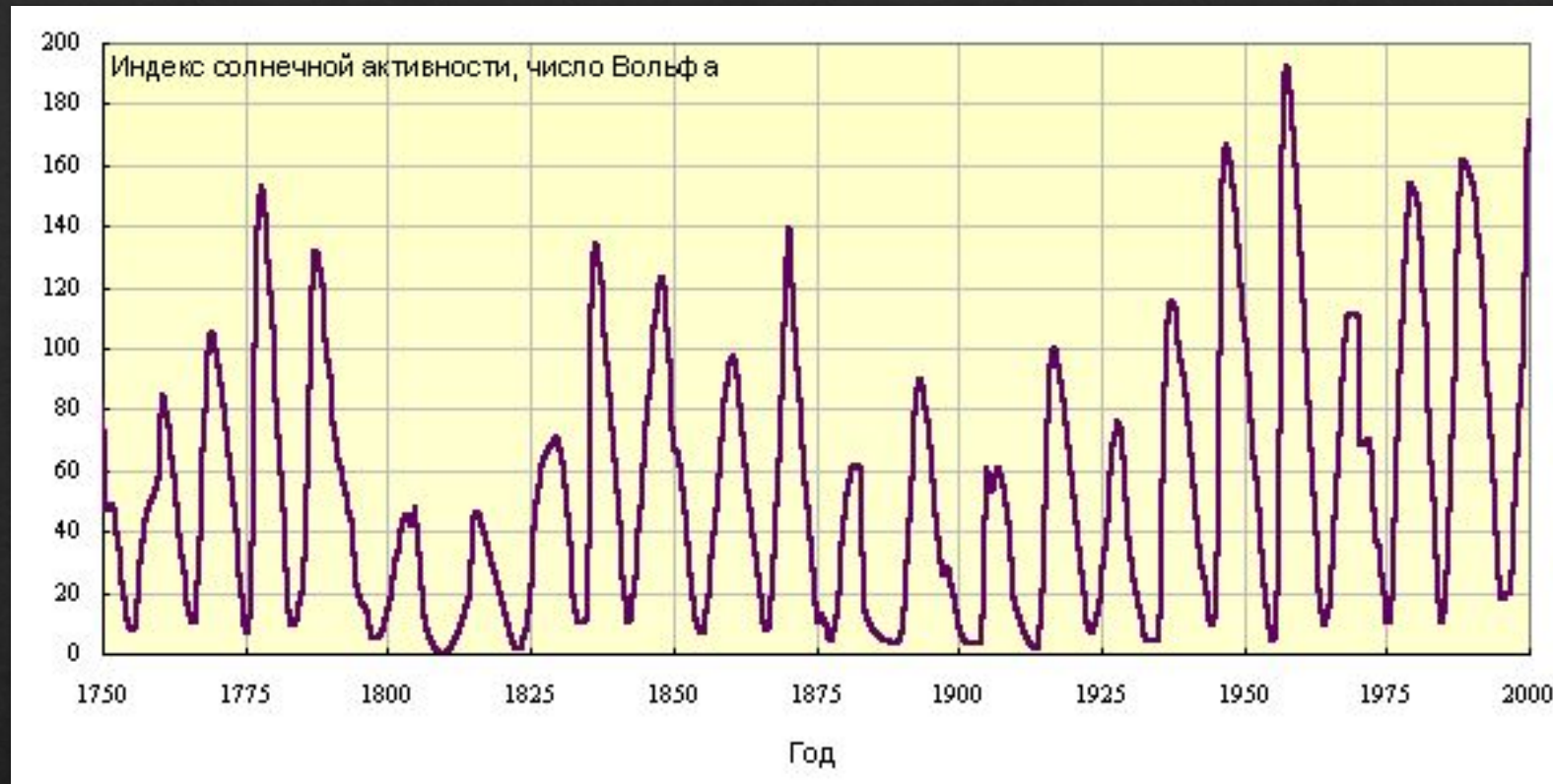


Жизнедеятельность живых организмов

Солнечная активность сказывается на поведении всех живых организмов. Как следствие, катастрофически падают урожаи сельскохозяйственных культур, деградируют луга, снижается прирост древесины, происходит падеж скота и резко сокращается численность других животных организмов. А во времена глобальных катастроф происходили относительно внезапные исчезновения многих форм организмов.

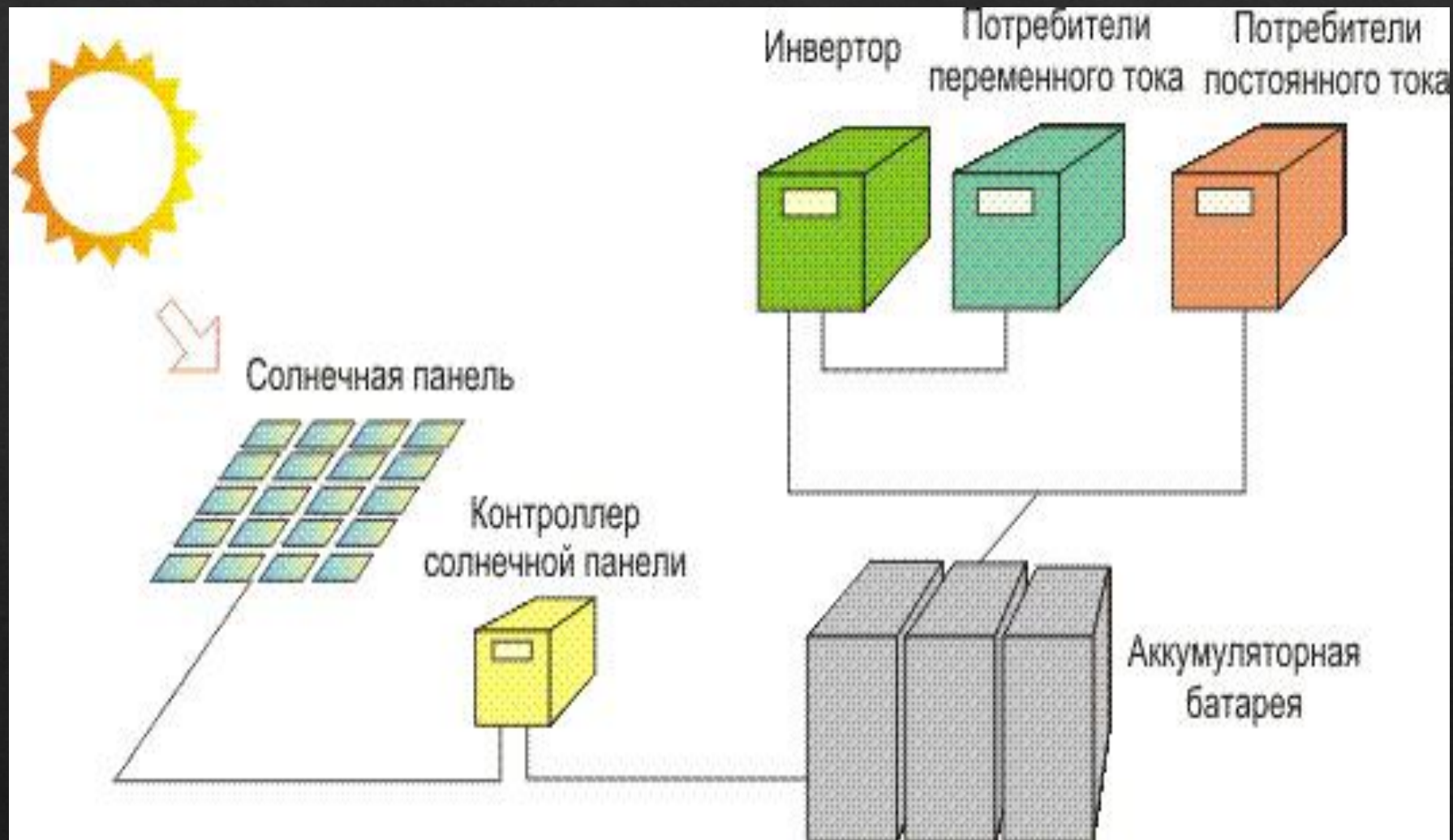


Влияние Солнца на земные процессы



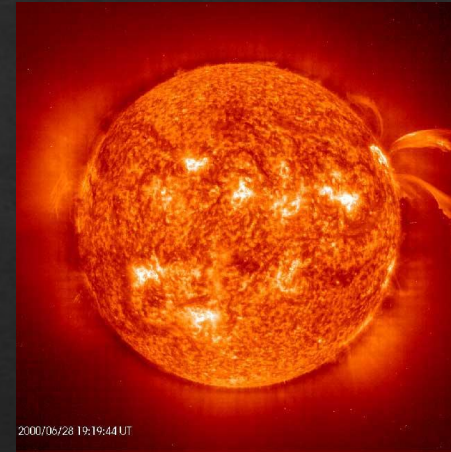
Максимумы и минимумы чередуются в среднем каждые 11 лет (от 7 до 17 лет), последний максимум солнечной активности был в 2000 году. Основной характеристикой солнечной активности является число Вольфа.

Солнечная электростанция



Влияние солнечной активности на физическое и психическое состояние человека

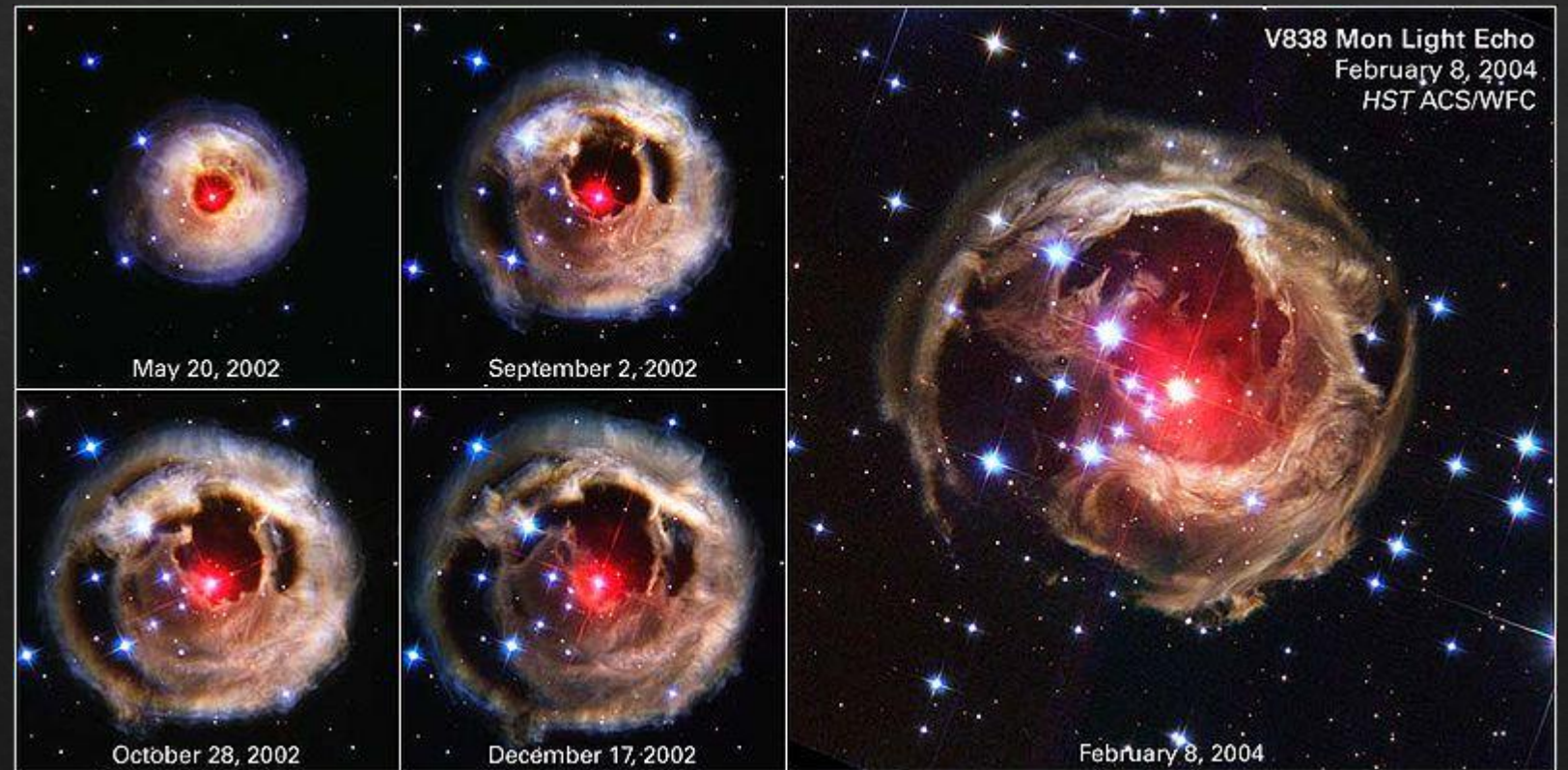
каждый человек обладает определенным «запасом прочности», который у разных людей далеко не одинаков: он зависит от пола, возраста, состояния здоровья, тренированности и других факторов. Влияние солнечной активности (магнитные бури) чувствует большинство людей. Особенно обостряются хронические и инфекционные заболевания, чаще происходят нервные срывы.



[Пройти тематический тест](#)

Переменные звёзды

Переменная звезда — звезда, блеск которой изменяется со временем в результате происходящих в её районе физических процессов.



Переменные звёзды

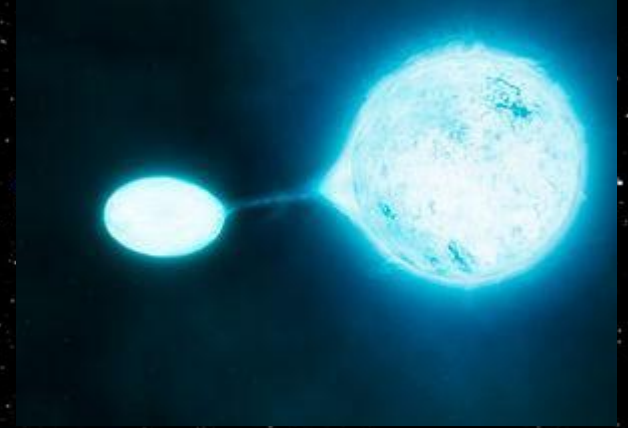
Причинами изменения блеска звёзд могут быть:



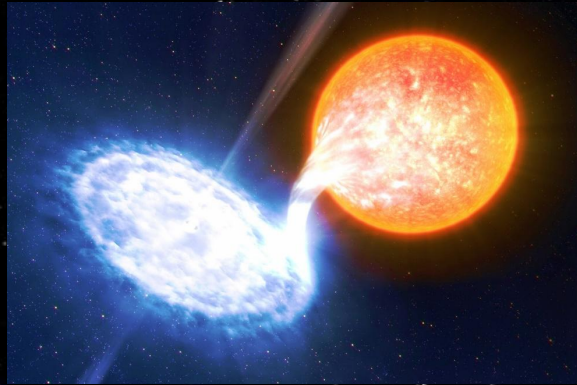
1) радиальные и нерадиальные пульсации



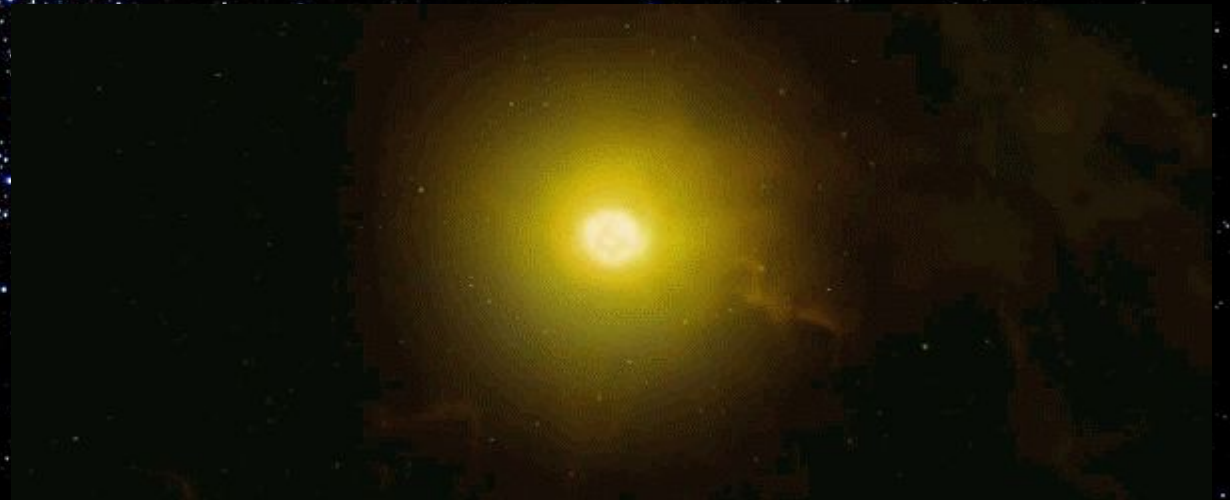
2) хромосферная активность



3) периодические затмения звёзд в тесной двойной системе



4) процессы, связанные с перетеканием вещества с одной звезды на другую в двойной системе.



5) катастрофические процессы (взрыв сверхновой).

История открытия переменных звёзд

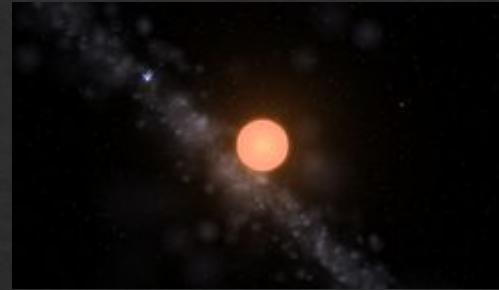
1638г. – Замечена пульсация звезды Мира

1669г. – Описание звезды Алголь

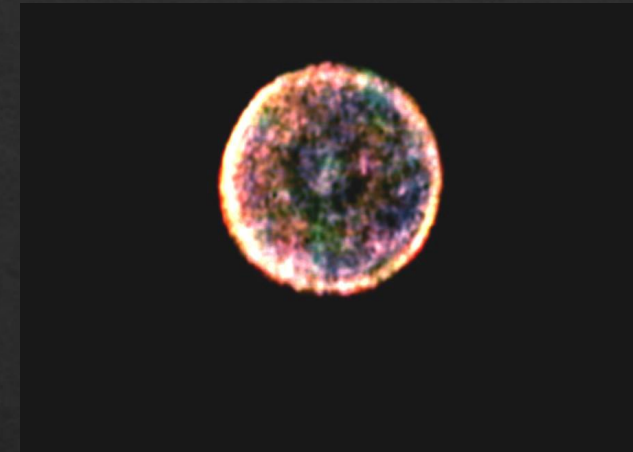
1686г. – Открытие звезды Хи Лебеда

1704г. – Открытие звезды R Гидры

1786г. - Открытие звёзд Дельта Цефея и Шелиак



Звезда Хи Лебеда



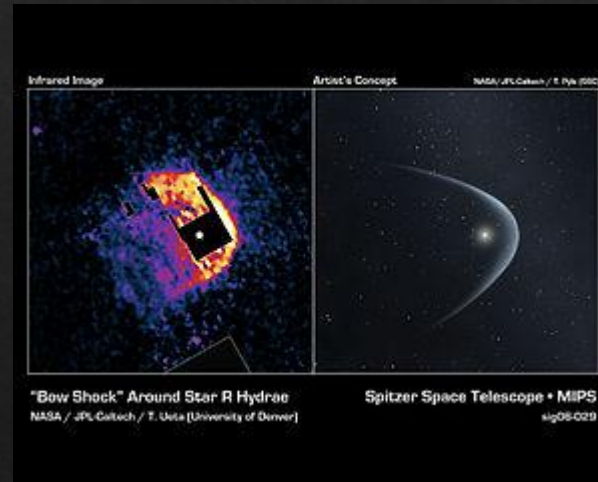
Звезда Алголь



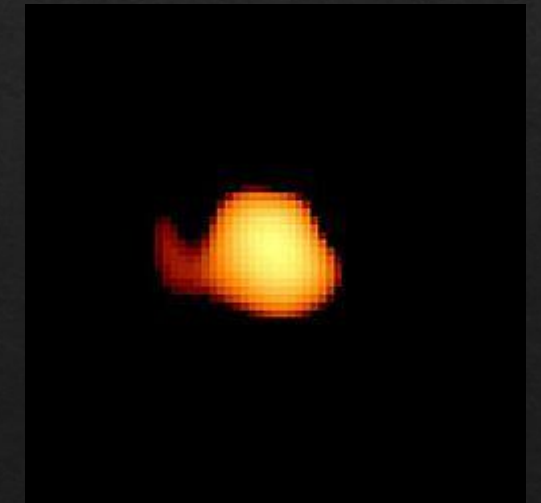
Звезда Шелиак



Звезда Дельта Цефея



Звезда R Гидры



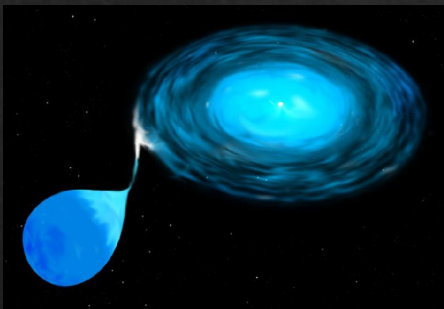
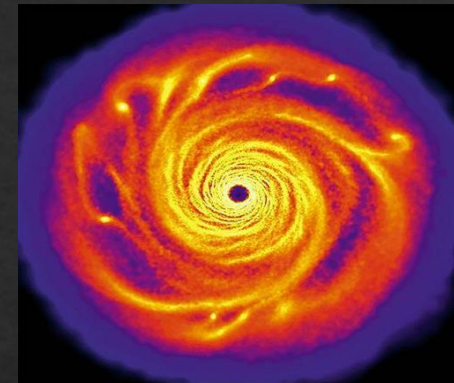
Звезда Мира
(ультрафиолетовый снимок)

Классификация переменных звёзд ОКПЗ-4



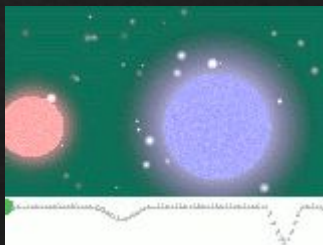
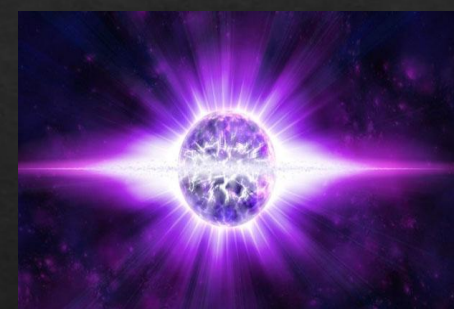
Пульсирующие переменные звёзды — расширения и сжатие поверхностных слоёв.

Вращающиеся переменные звёзды — яркость распределена неравномерно, что заметно при вращении.

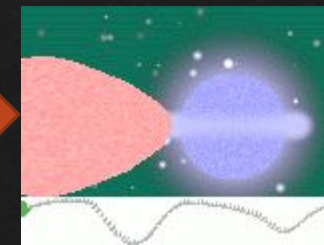


Катаклизмические переменные звёзды - Переменность этих звёзд вызвана умиранием звезды.

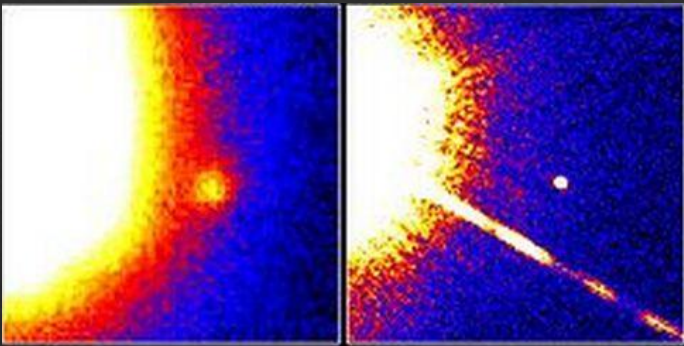
Эруптивные переменные звёзды — процессы и вспышки в их хромосферах и коронах.



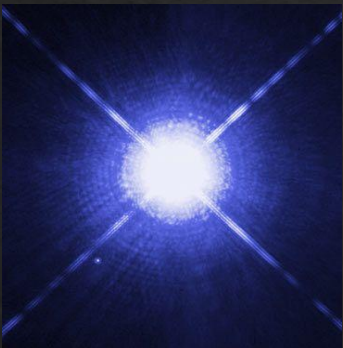
Затменно-двойные системы — орбиты расположены ребром поэтому звёзды периодически затмевают друг — друга.



Классификация переменных звёзд ОКПЗ-4



Оптические переменные двойные системы с жёстким рентгеновским излучением - сильное излучение в рентгеновском диапазоне длин волн, носящее переменный характер.



Переменные с другими символами — звёзды название которых начинаются не с заглавной латинской буквы.



Новые типы переменных — типы переменности, открытые в процессе издания каталога и поэтому не попавшие в уже изданные классы.

Основные характеристики звезды. Светимость.

Светимость в астрономии — полная энергия, излучаемая астрономическим объектом (планетой, звездой, галактикой и т. п.) в единицу времени. Измеряется в абсолютных единицах СИ — Вт.

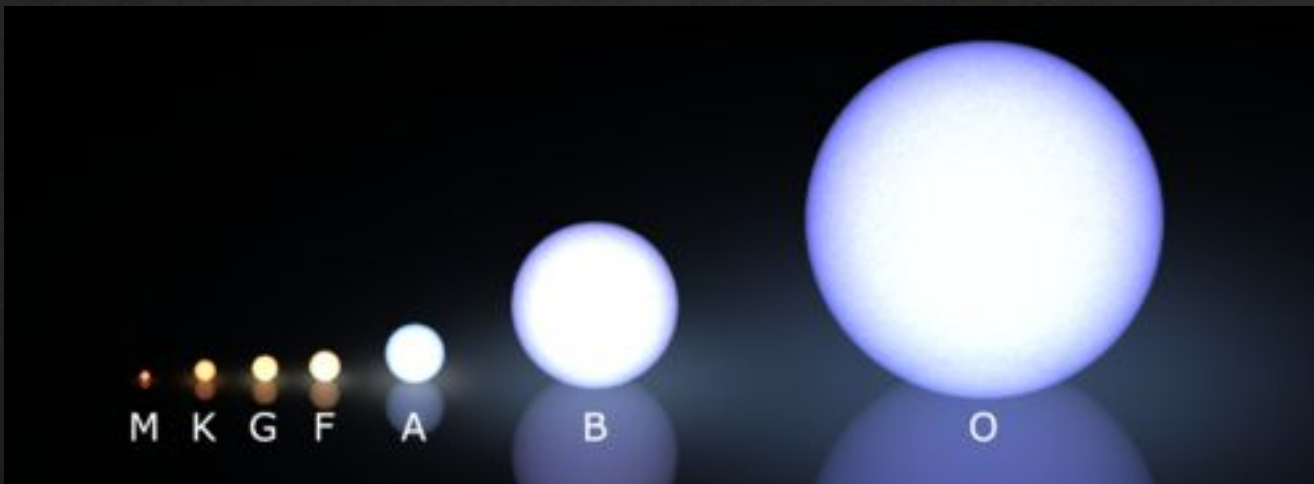
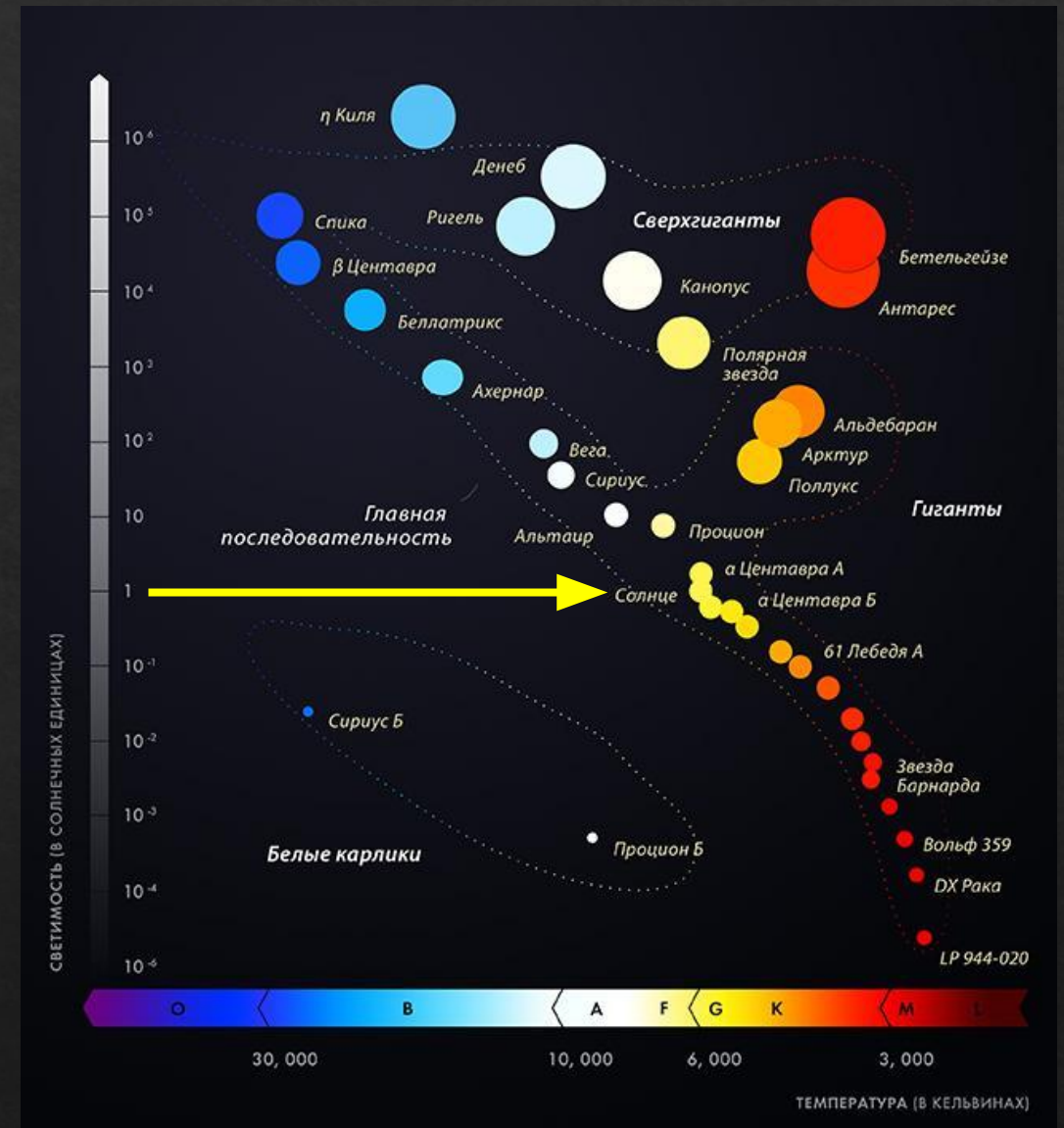


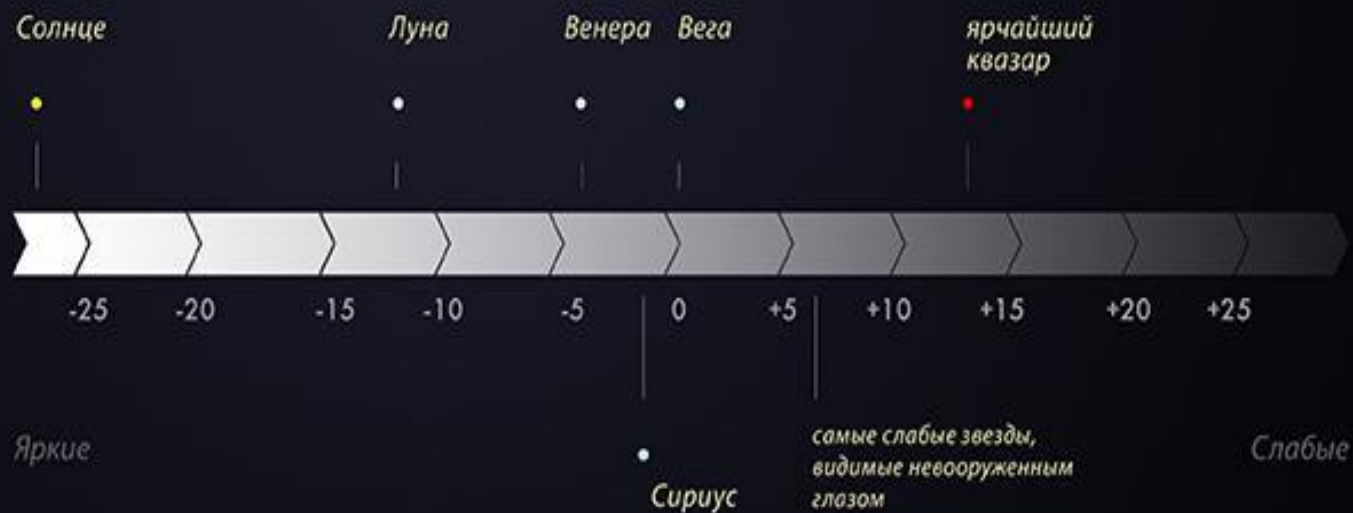
Диаграмма Герцшпрунга — Рассела, показывающая зависимость светимости звёзд от температуры поверхности.



Видимая звёздная величина

Видимая Звездная величина— блеск звезды, который видит наблюдатель, глядя на небо.

Абсолютная Звездная величина — мера истинной яркости, представляет собой уровень блеска звезды, который она имела бы, находясь на расстоянии 10 пк.



БЛЕСК НЕКОТОРЫХ НЕБЕСНЫХ СВЕТИЛ В ШКАЛЕ ЗВЕЗДНЫХ ВЕЛИЧИН

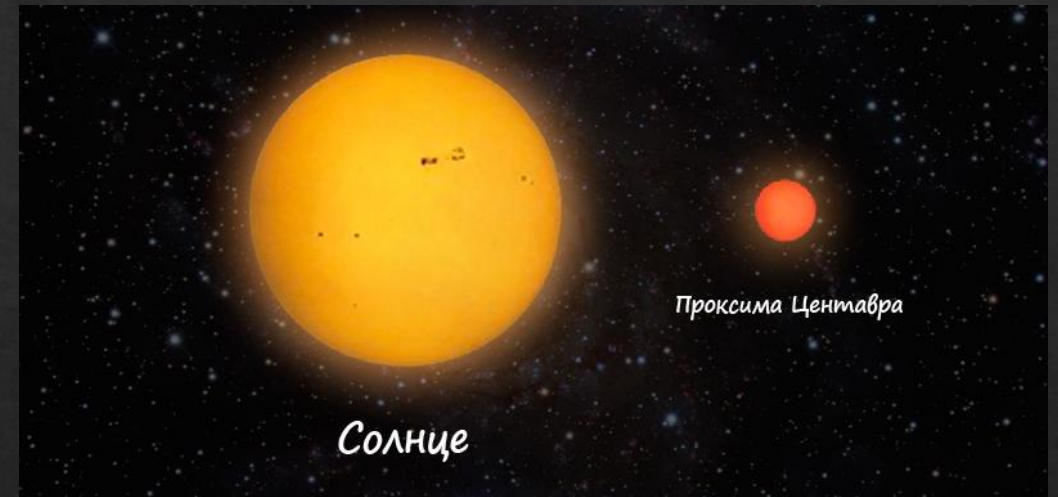
Звёздная масса

Массу можно оценить для звезд, входящих в двойные звездные системы, если известны большая полуось орбиты a и период обращения T . В этом случае массы определяются из третьего закона Кеплера, который может быть записан в следующем виде:

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

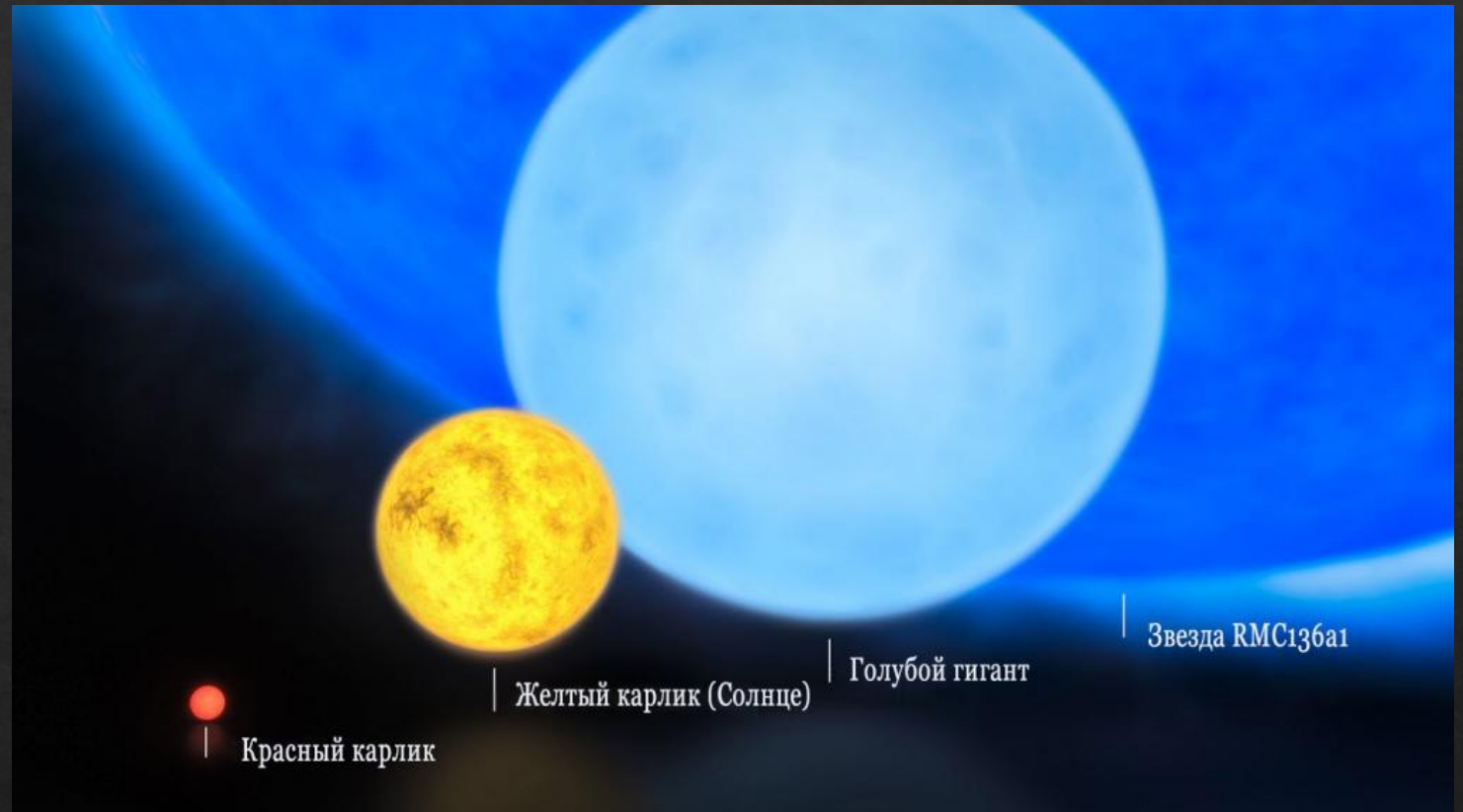
здесь M_1 и M_2 – массы компонент системы, G – гравитационная постоянная

Масса звезды прямо пропорциональна её светимости.



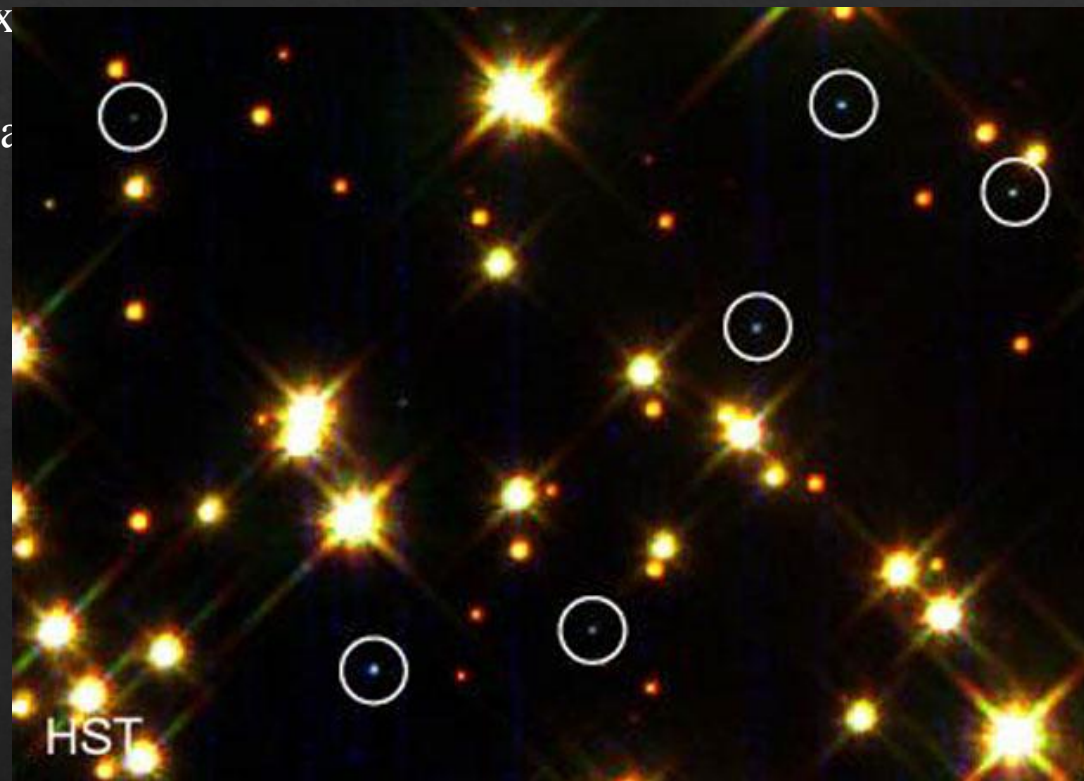
Размер звезды

По размерам звезды делятся на карлики, субкарлики, нормальные звезды, гиганты, субгиганты и сверхгиганты.



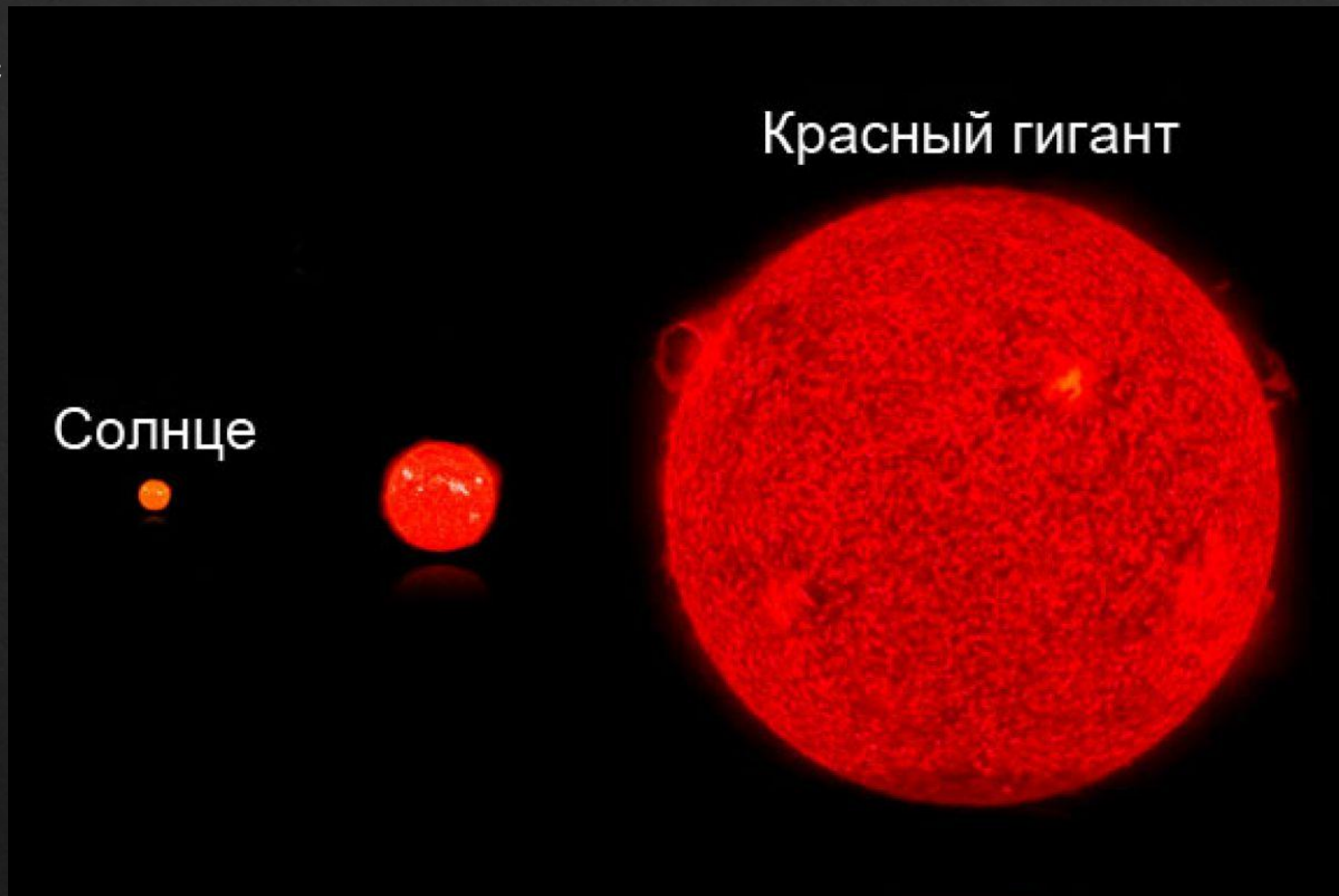
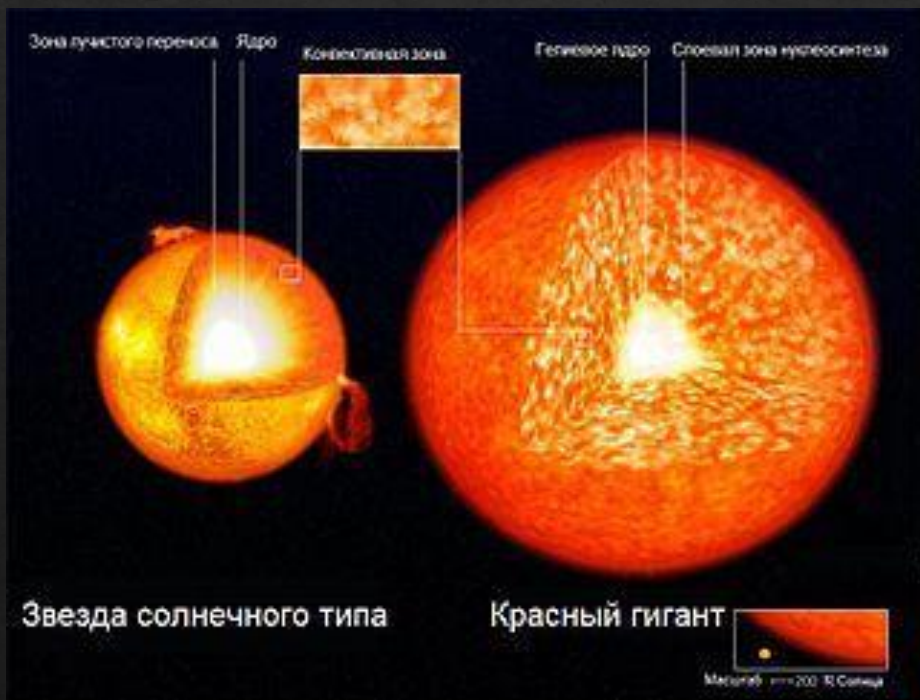
Белые карлики

Эта группа звезд в основном белого цвета, лишённые собственных источников термоядерной энергии. Белые карлики представляют собой компактные звёзды с массами, сравнимыми с массой Солнца, но с радиусами меньшими солнечной. По численности белые карлики составляют, по разным оценкам, 3—10 % звёздного населения нашей Галактики.



Красные гиганты

К этой группе в основном относятся звезды с радиусами, в десятки раз превышающими солнечный радиус.

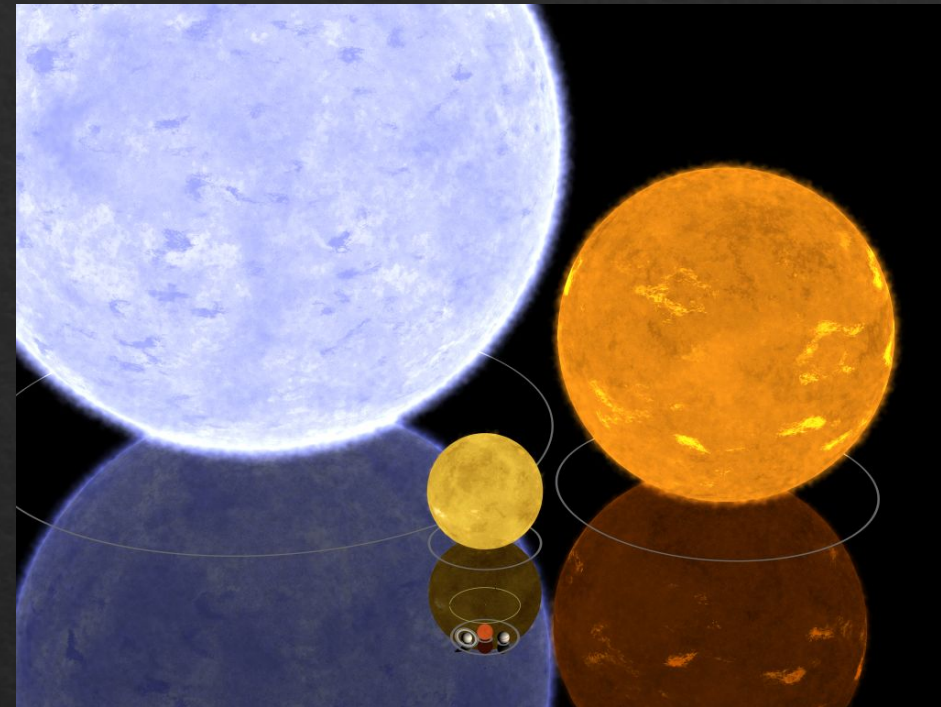


Сверхгиганты

Сверхгиганты — одни из самых массивных звёзд. Массы сверхгигантов варьируются от 10 до 70 масс Солнца, светимости — от 30 000 вплоть до сотен тысяч солнечных. Радиусы могут сильно отличаться — от 30 до 500, а иногда и превышают 1000 солнечных.



Слева — направо: Карлик, Красный гигант, Красный сверхгигант.



Слева — направо: Синий сверхгигант, Солнце, Красный гигант.

