

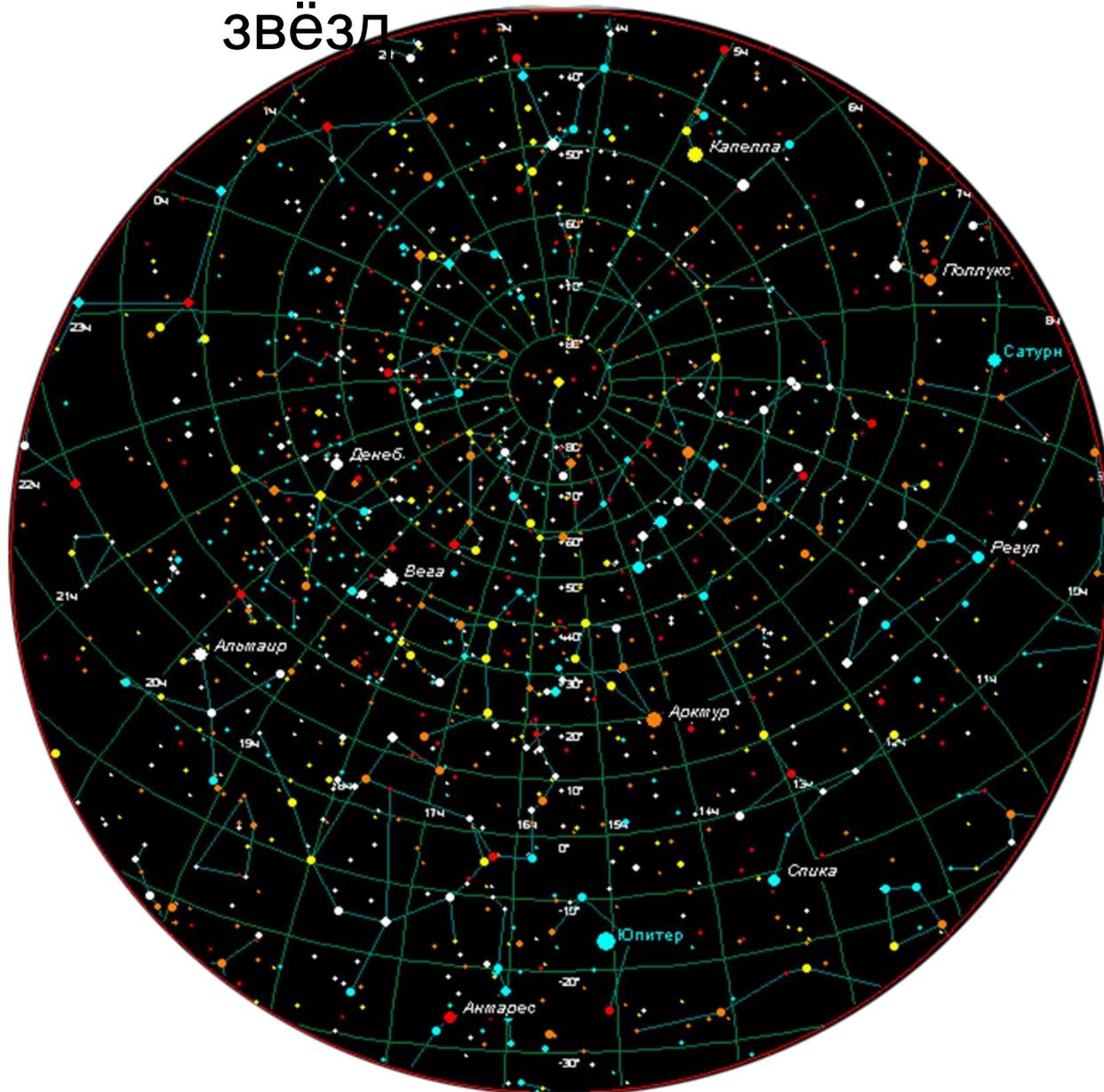
Физическая природа звезд.

«Астрономия»
Урок № 24

Физическая природа звёзд

- Звёзды различны по:
- массе
- температуре (цвету)
- размерам
- возрасту
- СВЕТИМОСТИ
- строению

Цвет и температура звёзд



Цвет и температура звёзд

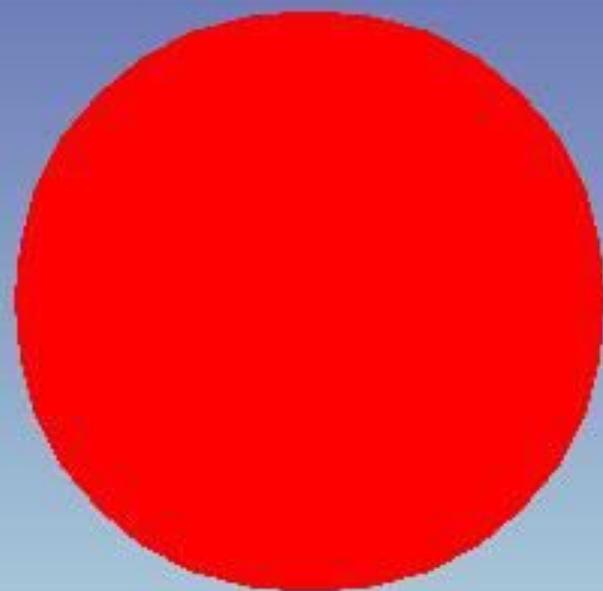
Звезды имеют самые разные цвета.
У Арктура желто-оранжевый оттенок,
Ригель бело-голубой,
Антарес ярко-красный.



Арктур

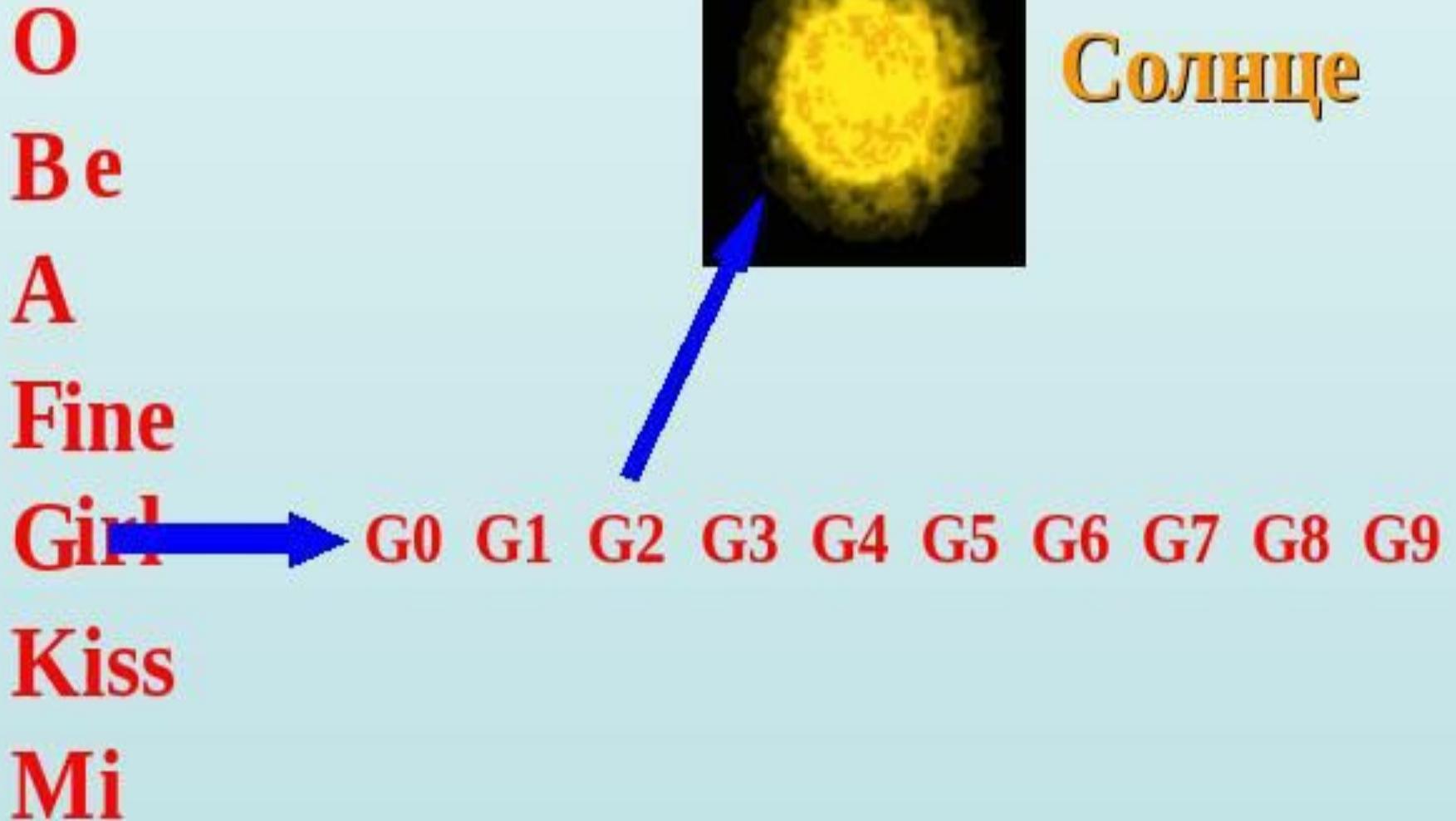


Ригель



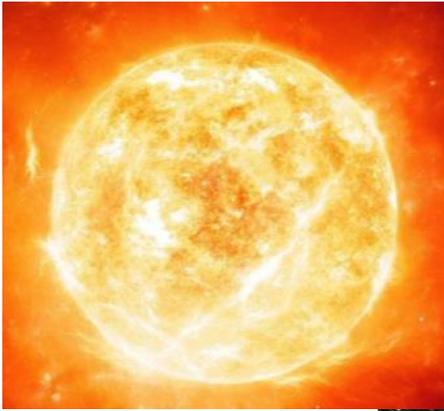
Антарес

Гарвардская спектральная классификация звёзд



Гарвардская спектральная классификация звёзд

<u>класс</u>	<u>эффективная температура</u> $^{\circ}\text{K}$	<u>цвет</u>	
O	26000–35000	голубой	
B	12000–25000	бело - голубой	
A	8000–11000	белый	
F	6200–7900	жёлто - белый	
G	5000–6100	жёлтый	
K	3500–4900	оранжевый	
M	2600–3400	красный	



Наше Солнце справедливо называют типичной звездой, но среди огромного многообразия мира звезд есть немало таких, которые значительно отличаются от него по физическим характеристикам.

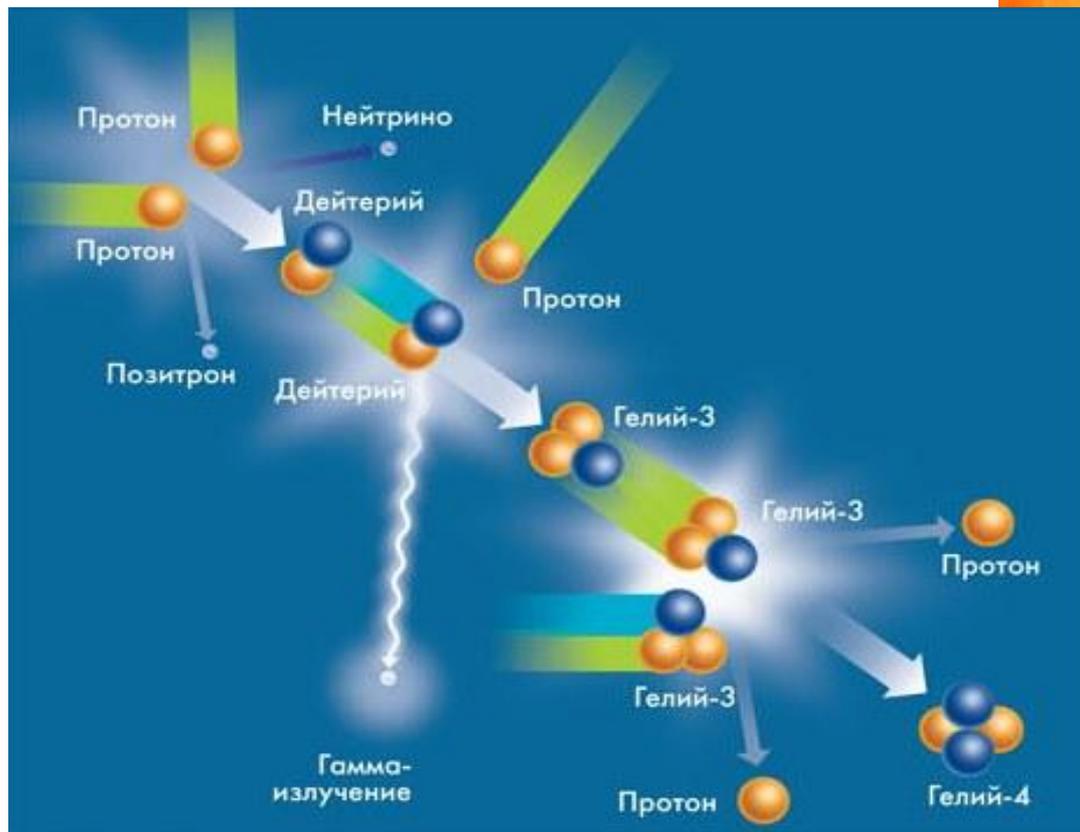
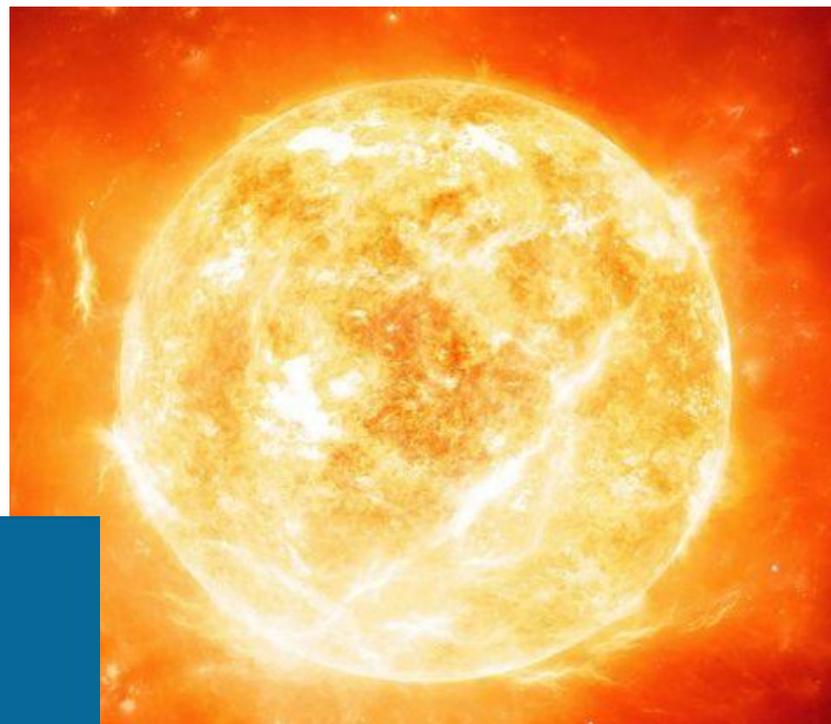


Звезда – это пространственно обособленный гравитационно связанный непрозрачный для излучения космический объект, в котором в значительных масштабах происходили, происходят или будут происходить термоядерные реакции превращения водорода в гелий.



Красный шар в центре снимка - звезда V838 Mon, окруженная множеством пылевых облаков.

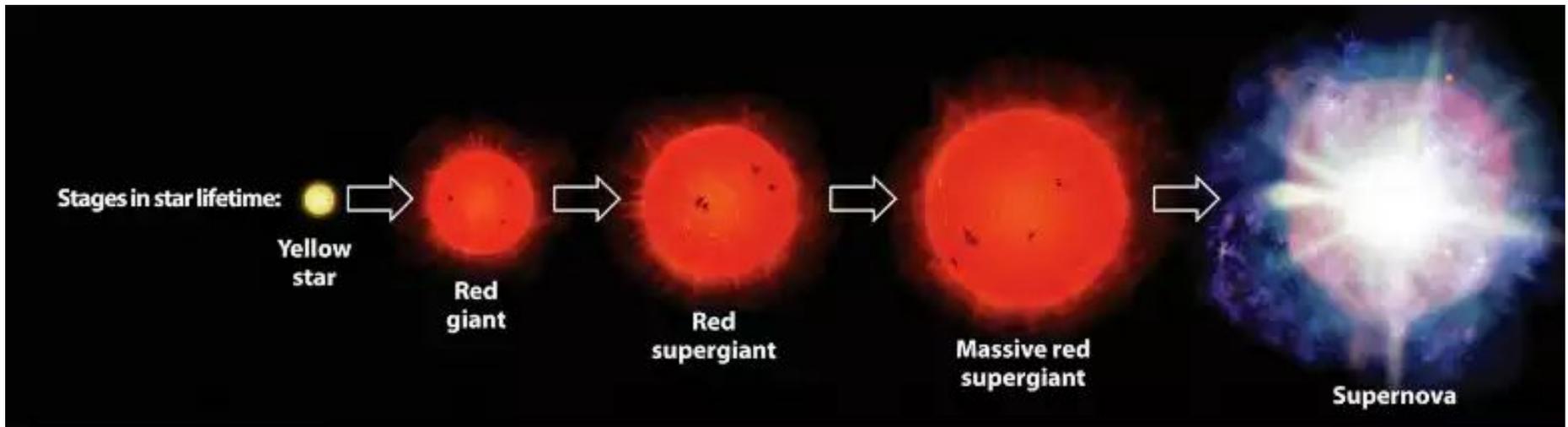
Солнце существует уже несколько миллиардов лет и мало изменилось за это время, поскольку в его недрах все еще происходят термоядерные реакции, в результате которых из четырех протонов (ядер водорода) образуется альфа-частица (ядро гелия, состоящее из двух протонов и двух нейтронов).



Более массивные звезды расходуют запасы водорода значительно быстрее (за десятки миллионов лет).

После того как водород израсходован, начинаются реакции между ядрами гелия с образованием устойчивого изотопа углерод-12 и другие реакции, продуктами которых являются кислород и тяжелые элементы (натрий, сера, магний и т. д.).

У наиболее массивных звезд прекращение всех возможных термоядерных реакций сопровождается мощным взрывом, который наблюдается как вспышка сверхновой звезды.



Core Temperature:	1.5×10^7 K	2×10^8 K	7×10^8 K	3×10^9 K	1×10^{11} K
Primary Nuclear Reaction:	^1H fusion	^4He fusion	$^4\text{He} + ^{12}\text{C}$ $^{12}\text{C} + ^{12}\text{C}$ $^{12}\text{C} + ^{16}\text{O}$	Proton-neutron exchange reactions	Multiple neutron captures
Elements Formed:	He	C, O, Ne, Mg	Na, Si, S, Ar, Ca	Fe, Ni	Elements with $Z > 28$

Все элементы, которые входят в состав нашей планеты и всего живого на ней, образовались в результате термоядерных реакций, происходивших в звездах.

Именно термоядерные реакции являются характерной отличительной особенностью звезд от планет.

Планета – это космический объект, в котором за все время его существования не происходят никакие реакции термоядерного синтеза.





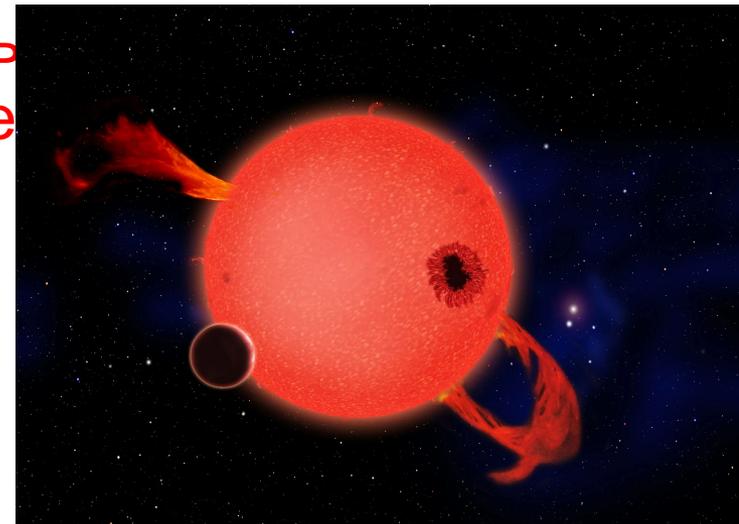
Типы звезд

Белые карлики

- Звезды белого цвета, весьма малых размеров. Они обладают крайне низкой светимостью, близкой к светимости красных карликов, и чрезвычайно высокой плотностью.
- К числу белых карликов относится спутник Сириуса, плотность которого близка к $40\,000\text{ г/см}^3$; масса его составляет $0,97$ массы Солнца, тогда как диаметр равен всего лишь $0,03$ диаметра Солнца.
- Чрезвычайно высокая плотность белого карлика обусловлена тем, что подавляющее большинство их атомов полностью ионизовано.

КРАСНЫЕ КАРЛИКИ

- Наиболее распространенный тип звезд. Будучи меньше по размеру, чем солнце, они экономно расходуют свои запасы топлива, чтобы продлить время своего существования на десятки миллионов лет
- Если можно было бы увидеть все красные карлики, небо оказалось бы буквально усеяно ими. Однако красные карлики настолько тусклыми в состоянии наблюдения лишь наиме нас



ЗВЕЗДЫ - ГИГАНТЫ



- После звезд основного состояния наиболее распространенными являются красные гиганты. У них такая же температура поверхности, как у красных карликов, но они намного больше и ярче.
- Масса этих монстров обычно примерно равна солнечной, однако, если бы одно из них заняло место нашего светила, его оболочка захватила бы внутренние планеты Солнечной системы
- В действительности большинство из них имеет оранжевый цвет, но звезда R Зайца настолько красна, что некоторые сравнивают ее с каплей крови

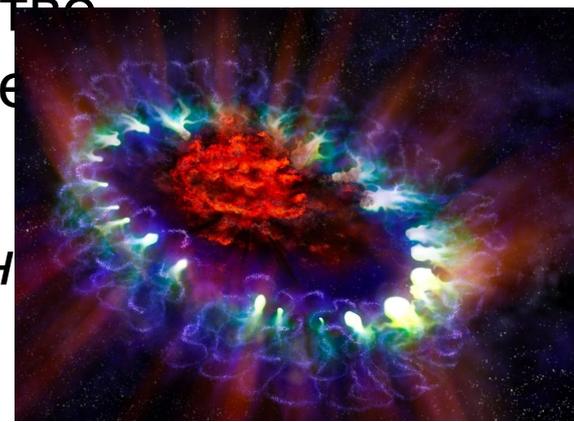
ЗВЕЗДЫ - СВЕРХГИГАНТЫ

- Сверхгиганты – наибольшие по размерам звезды, радиус которых в 30 – 2500 раз превышает радиус Солнца
- Наиболее яркий светоч Ориона – Ригель, голубой сверхгигант, одна из самых ярких звезд, видимых невооруженным глазом. Будучи чуть ли не в десять раз меньше Бетельгейза, Ригель все же почти в сто раз превосходит Солнце своим р



СВЕРХНОВЫЕ ЗВЕЗДЫ

- Сверхновые звезды – это *переменные звезды*, светимость которых внезапно увеличивается в сотни миллионов раз, а затем медленно спадает. Во время вспышек сверхновая звезда значительно ярче *новых звезд*
- Вспышка сверхновой звезды наблюдается весьма редко: в отдельных галактиках в среднем не чаще чем один раз в 200-300 лет
- Чтобы звезда могла взорваться в качестве сверхновой, ее масса должна, по крайней мере, в десять раз превышать массу солнца. Она превращается в красного *сверхгиганта*



НЕЙТРОННЫЕ ЗВЕЗДЫ И ПУЛЬСАРЫ

- Остатки взорвавшегося ядра известны под названием **нейтронной звезды**. Нейтронные звезды вращаются очень быстро, испуская световые и радиоволны, которые, проходя мимо Земли, кажутся светом космического маяка
- Колебания яркости этих волн навело астрономов на мысль назвать такие звезды пульсарами. Самые быстрые пульсары вращаются со скоростью, почти равной 1000 оборотов в секунду
- К настоящему времени их открыто уже более двухсот. Оказалось, что все пульсары находятся на расстояниях от 100 до 25 000 световых лет, т. е. принадлежат нашей Галактике, группируясь вблизи плоскости Млечного Пути



ЧЕРНЫЕ ДЫРЫ



- Если масса звезды в два раза превышает солнечную, то к концу своей жизни звезда может взорваться как *сверхновая*, но если масса вещества, оставшегося после взрыва, всё еще превосходит две солнечных, то звезда должна сжаться в плотное крошечное тело, так как гравитационные силы всецело подавляют всякое сопротивление сжатию. Учёные полагают, что именно в этот момент катастрофический гравитационный коллапс приводит к возникновению черной дыры
- Само название – **чёрные дыры** – говорит о том, что это класс объектов, которые нельзя увидеть.

Ответить на вопросы:

1. Что является отличительной особенностью планет от звезд?
2. Перечислите все типы звезд.
3. Где располагаются все пульсары?
4. Опишите сверхновые звезды.