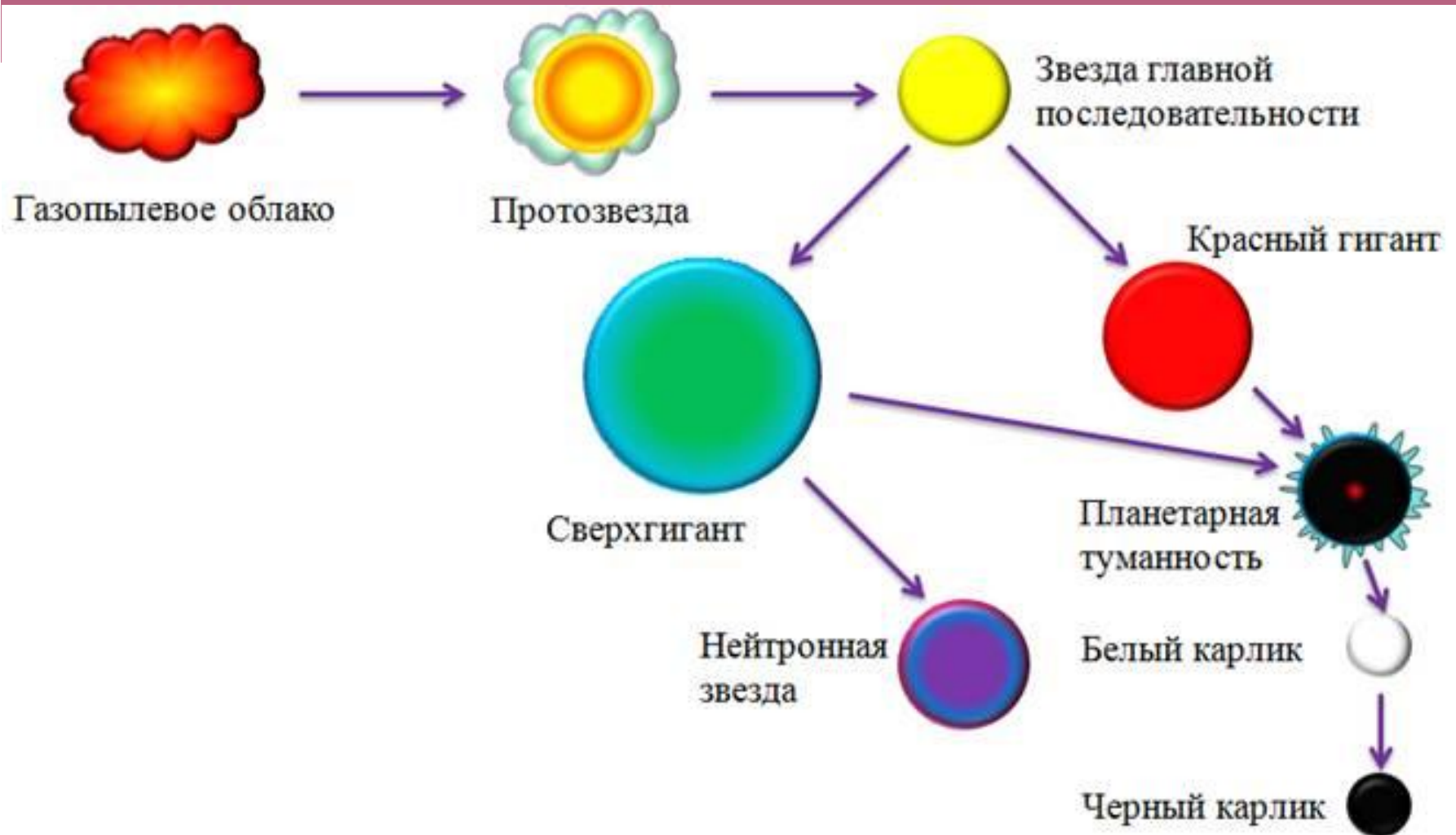


# Звезды



**Звезда** - небесное тело, по своей природе похожи на Солнце, является массивным, самосветящимся плазменным шаром. Звезды образуются из газовой-пылевой среды (главным образом из водорода и гелия) в результате гравитационного сжатия. В звездах заключена основная масса светящегося вещества в природе.

# Эволюция звезд

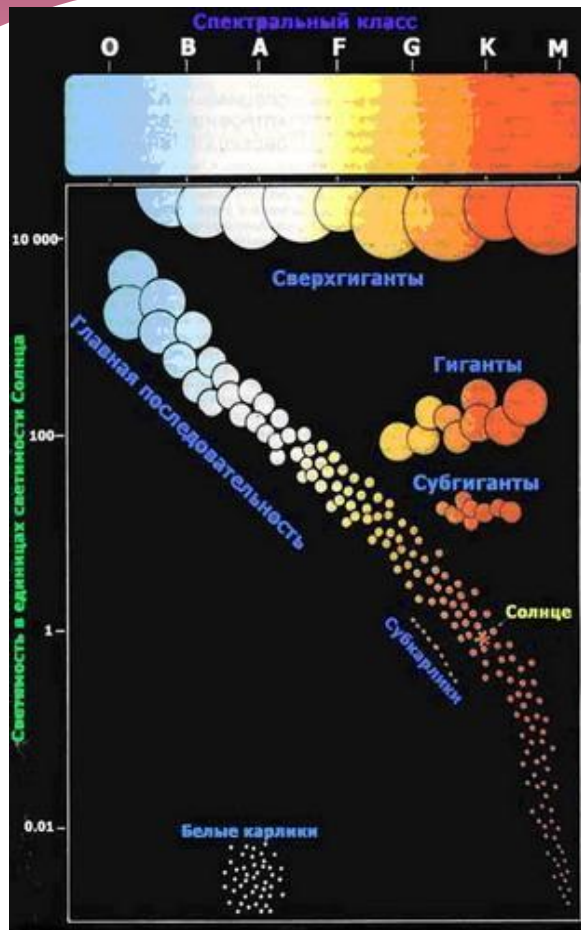


# Зависимость звезды от температуры

| Класс | Температура     | Истинный цвет | Видимый цвет         |
|-------|-----------------|---------------|----------------------|
| O     | 30,000–60,000 K | голубой       | голубой              |
| B     | 10,000–30,000 K | бело-голубой  | бело-голубой и белый |
| A     | 7,500–10,000 K  | белый         | белый                |
| F     | 6,000–7,500 K   | жёлто-белый   | белый                |
| G     | 5,000–6,000 K   | жёлтый        | жёлтый               |
| K     | 3,500–5,000 K   | оранжевый     | желтовато-оранжевый  |
| M     | 2,000–3,500 K   | красный       | оранжево-красный     |

# Характеристики звёзд

- \* светимость (полное количество энергии, излучаемое звездой в единицу времени ( $L$ ),
- \* температура поверхности,
- \* масса,
- \* радиус.



Из этой диаграммы видно, что звёзды создают определённую последовательность. Полоса, идущая с левого верхнего угла в правый нижний, называется "главная последовательность". В верхнем правом углу находятся холодные, но в то же время огромные звёзды, называемые красными гигантами. В левом нижнем углу – "белые карлики". Очень горячие звёзды, но и очень маленькие. Солнце имеет спектральный класс G2.

# Светимость

Светимость звезды вычисляют по энергии, достигающей Земли, при условии, если известно расстояние до звезды. Характеристикой светимости является "абсолютная величина" звезды. В большинстве случаев используют "абсолютную величину", чтобы реально оценить размеры звёзд, независимо как далеко они находятся. Чтобы узнать истинную величину, просто нужно звёзды отнести на какое-то условное расстояние.

# Температура поверхности

Известные законы термодинамики позволяют нам определить температуру тела, измеряя длину волны в максимуме излучения черного цвета.

| Цвет              | Диапазон длин волн, А |
|-------------------|-----------------------|
| Фиолетовый, синий | 3900 - 4550           |
| Голубой           | 4550 - 4920           |
| Зеленый           | 4920 - 5570           |
| Желтый            | 5570 - 5970           |
| Оранжевый         | 5970 - 6220           |
| Красный           | 6220 - 7700           |



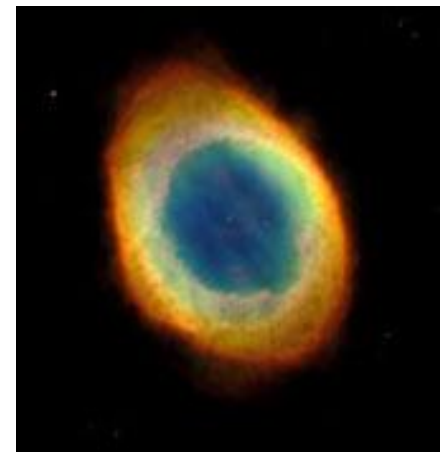
| Обозначение класса звезд | Характерный признак спектральных линий         | Температура поверхности, К |
|--------------------------|------------------------------------------------|----------------------------|
| O                        | Ионизованный гелий                             | > 30 000                   |
| B                        | Нейтральный гелий                              | 11 000 - 30 000            |
| A                        | Водород                                        | 7 200 - 11 000             |
| F                        | Ионизованный кальций                           | 6 000 - 7 200              |
| G                        | Ионизованный кальций, нейтральные металлы      | 5 200 - 6 000              |
| K                        | Нейтральные металлы                            | 3 500 - 5200               |
| M                        | Нейтральные металлы, полосы поглощения молекул | < 3 500                    |
| R                        | Полосы поглощения циана (CN) <sub>2</sub>      | < 3 500                    |
| N                        | Углерод                                        | < 3 500                    |

# Масса

- \* Также звёзды разделяются по массе, но в более узких пределах в отличие от светимости (которая может различаться и в 1000 раз). Очень мало звёзд, имеющих массу в 10 раз больше или меньше Солнечной.
- \* Ученые, изучая распределение звезд по массам и учитывая время жизни звезд различной массы, распределяют звезды по массам в момент их рождения. Ими установлено, что вероятность рождения звезды определенной массы, очень приблизительно, обратно пропорциональна квадрату массы (функция Солпитера):

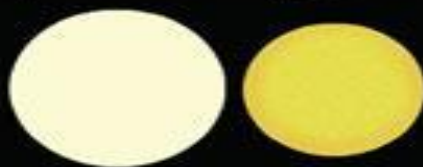
# Вращение звёзд

Звёзды вращаются с разными скоростями (от 2 до 500 км/с). Их скорость вращения зависит от многих факторов. Вращение звезды можно определить по четкости линий спектра некоторых элементов звезды. Было установлено, что скорости вращения звёзд закономерно связаны с их спектральным классом. Быстрее всего вращаются массивные и горячие звёзды класса О и В, в то время, как карлики класса М почти не вращаются.



Один из видов сверхновых типа Ia — результат внезапной ядерной детонации звезды

**1** Более массивная из двух звезд солнечного типа, исчерпав свое топливо, превращается в белый карлик



Белый карлик

Звезда-соседка

**2** Белый карлик захватывает газ, теряемый соседкой, и приближается к критической массе

**3** «Пламя» неуправляемых ядерных реакций возгорается в турбулентном ядре карлика

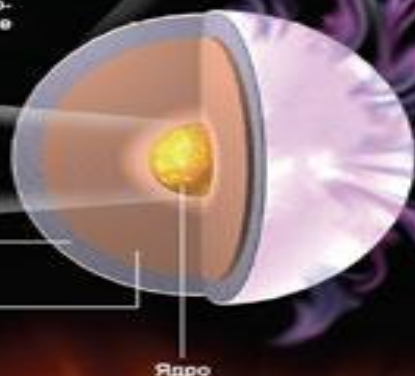


Гелий

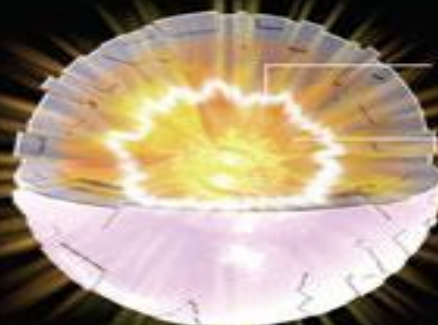
Углерод/Кислород

Ядро

**5** За несколько секунд карлик полностью разрушается. Затем еще несколько недель радиоактивный никель распадается, вызывая свечение остатков звезды



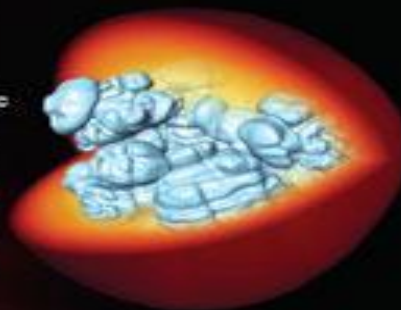
**4** Пламя устремляется наружу, превращая углерод и кислород в никель



Фронт горения

Никель

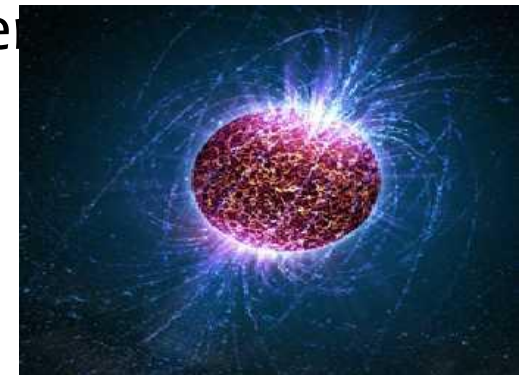
Прорыв в моделировании сверхновых позволил исследовать турбулентность. Здесь показано, что произойдет через 0,6 с после воспламенения. Фронт ядерного горения имеет турбулентную, пузырчатую структуру (голубой). Турбулентность служит причиной быстрого продвижения фронта и подавления стабилизирующих механизмов звезды



# диаграмма Герцшпрунга-Рассела

Она показывает зависимость между абсолютной звездной величиной, светимостью, спектральным классом и температурой поверхности звезды.

Неожиданным является тот факт, что звезды на этой диаграмме располагаются не случайно, а образуют хорошо различимые участки. Диаграмма предложена в 1910 независимо друг от друга исследователями Э. Герцшпрунгом и Г. Расселом. Она используется для классификации звезд и соответствует современным представлениям о звездной эволюции.





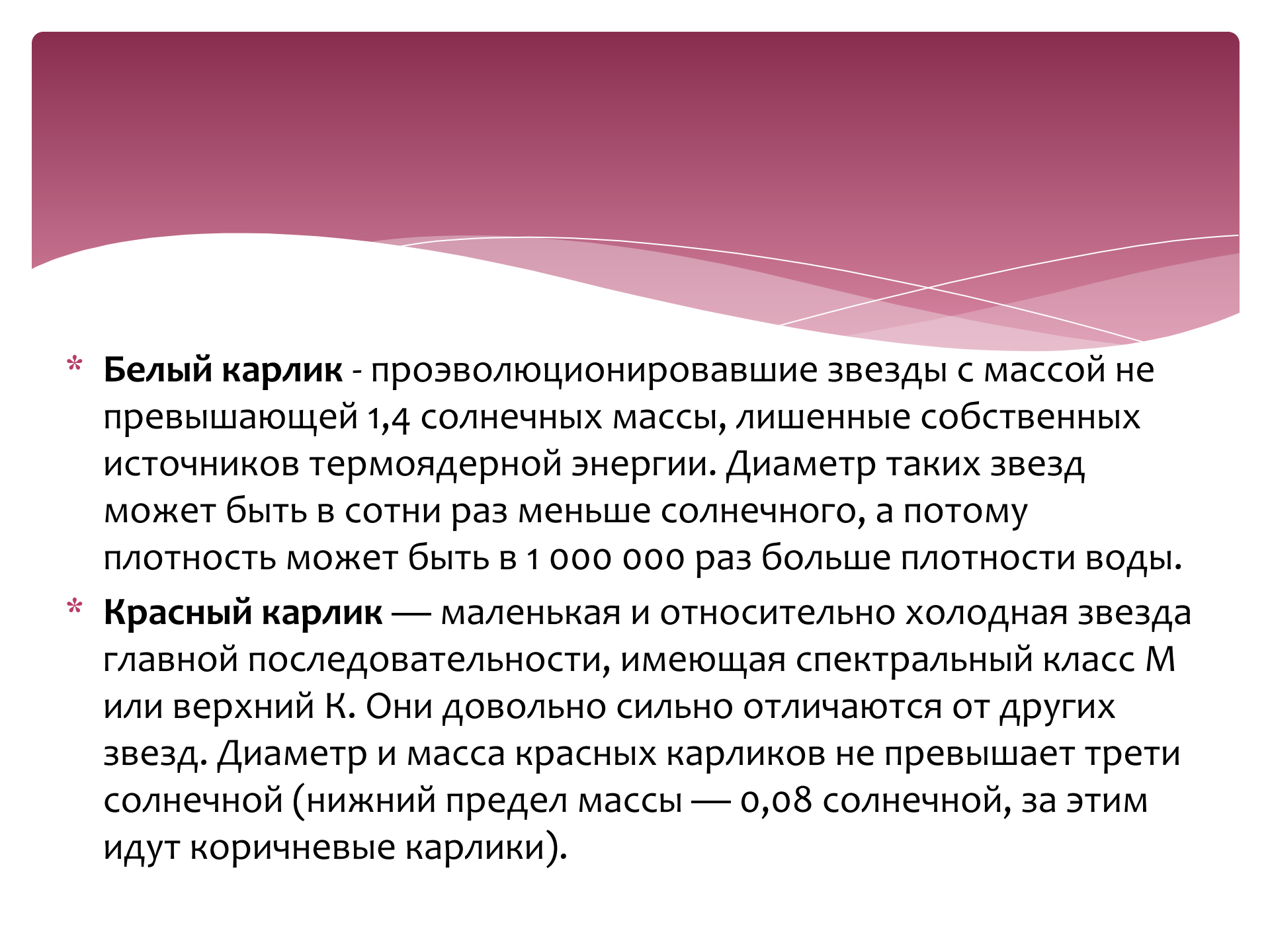
## Желтый карлик (нормальные звезды)

Находясь на различных стадиях своего эволюционного развития, звезды подразделяются на нормальные звезды, звезды карлики, звезды гиганты. Нормальные звезды, это и есть звезды главной последовательности. К таким, например, относится наше Солнце. Иногда такие нормальные звезды называются **желтыми карликами**.

# Звезды-гиганты

**Звезда гигант** имеет сравнительно низкую температуру поверхности, около 5000 градусов. Огромный радиус, достигающий 800 солнечных радиусов и за счет таких больших размеров огромную светимость. Максимум излучения приходится на красную и инфракрасную область спектра, потому их и называют красными гигантами.



- 
- \* **Белый карлик** - проэволюционировавшие звезды с массой не превышающей 1,4 солнечных массы, лишенные собственных источников термоядерной энергии. Диаметр таких звезд может быть в сотни раз меньше солнечного, а потому плотность может быть в 1 000 000 раз больше плотности воды.
  - \* **Красный карлик** — маленькая и относительно холодная звезда главной последовательности, имеющая спектральный класс М или верхний К. Они довольно сильно отличаются от других звезд. Диаметр и масса красных карликов не превышает трети солнечной (нижний предел массы — 0,08 солнечной, за этим идут коричневые карлики).



- \* **Коричневый карлик** — субзвездные объекты с массами в диапазоне 5—75 масс Юпитера (и диаметром примерно равным диаметру Юпитера), в недрах которых, в отличие от звезд главной последовательности, не происходит реакции термоядерного синтеза с превращением водорода в гелий.
- \* **Субкоричневые карлики или коричневые субкарлики** — холодные формирования, по массе лежащие ниже предела коричневых карликов. Их в большей мере принято считать планетами.
- \* **Черный карлик** – остывшие и вследствие этого не излучающие в видимом диапазоне белые карлики. Представляет собой конечную стадию эволюции белых карликов. Массы черных карликов, подобно массам белых карликов, ограничиваются сверху 1,4 массами Солнца.

# Нейтронная звезда.

Звездные образования с массами порядка 1,5 солнечных и размерами, заметно меньшими белых карликов, порядка 10-20 км в диаметре. Плотность таких звезды может достигать 1000 000 000 000 плотностей воды. А магнитное поле во столько же раз больше магнитного поля земли. Такие звезды состоят в основном из нейтронов, плотно сжатых гравитационными силами

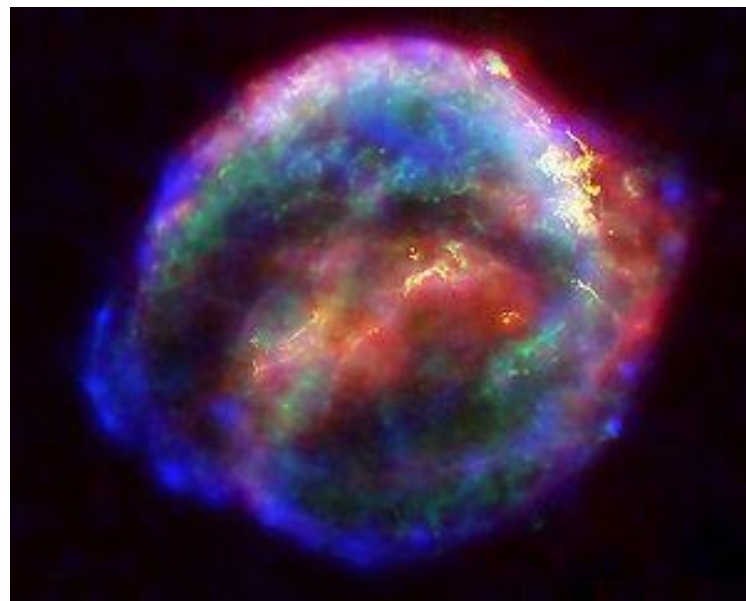


# Новая звезда.

Звезды, светимость которых внезапно увеличивается в 10000 раз. Новая звезда представляет собой двойную систему, состоящую из белого карлика и звезды-компаньона, находящейся на главной последовательности. В таких системах газ со звезды постепенно перетекает на белый карлик и периодически там взрывается, вызывая вспышку светимости.



**Сверхновая звезда** – это звезда, заканчивающая свою эволюцию в катастрофическом взрывном процессе. Вспышка при этом может быть на несколько порядков больше чем в случае новой звезды. Столь мощный взрыв есть следствие процессов, протекающих в звезде на последней стадии эволюции.



**Двойная звезда** – это две гравитационно связанные звезды, обращающиеся вокруг общего центра масс. Иногда встречаются системы из трех и более звезд, в таком общем случае система называется кратной звездой.

