

Звёздная форма материи



Лекция для студентов
специальности СЦР, САН.

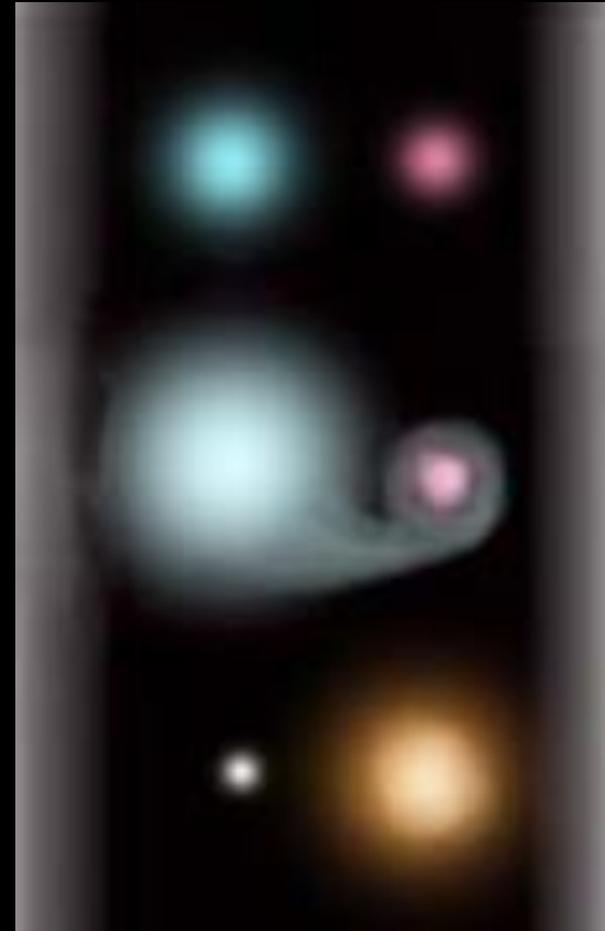
Подготовлена Абросимовой И.А.

Тема: Звёздная форма материи

1. Характеристики звёзд.
2. Типы звёзд.
3. Эволюция звёзд.



1. Характеристики звезд сравнение размеров звезд

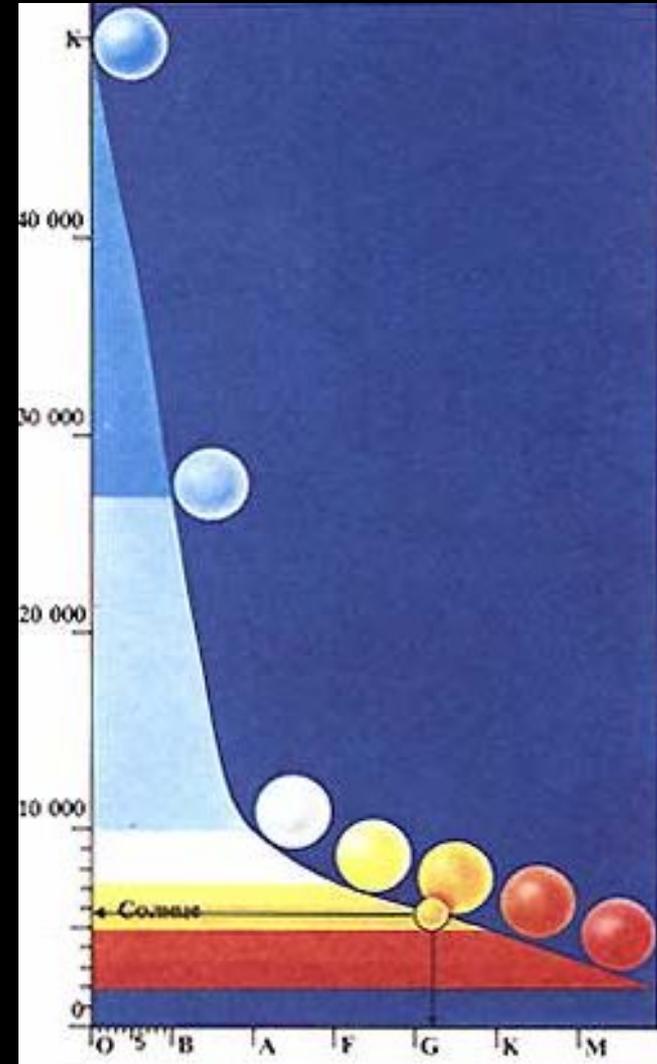


1. Характеристики звезд

Цвет звезды

Спектры звезд

При наблюдениях звезд с Земли отмечается разница в их цвете, который является мерой температуры звезд. Астрономы ввели систему классификации звезд по их температуре. Здесь приведена эта классификация и показан соответствующий цвет звезд. По вертикальной оси отложена температура поверхности звезды в Кельвинах (по этой температурной шкале отсчет ведется от абсолютного нуля). На горизонтальной оси указан тип спектра. Наше Солнце относится к классу G2.

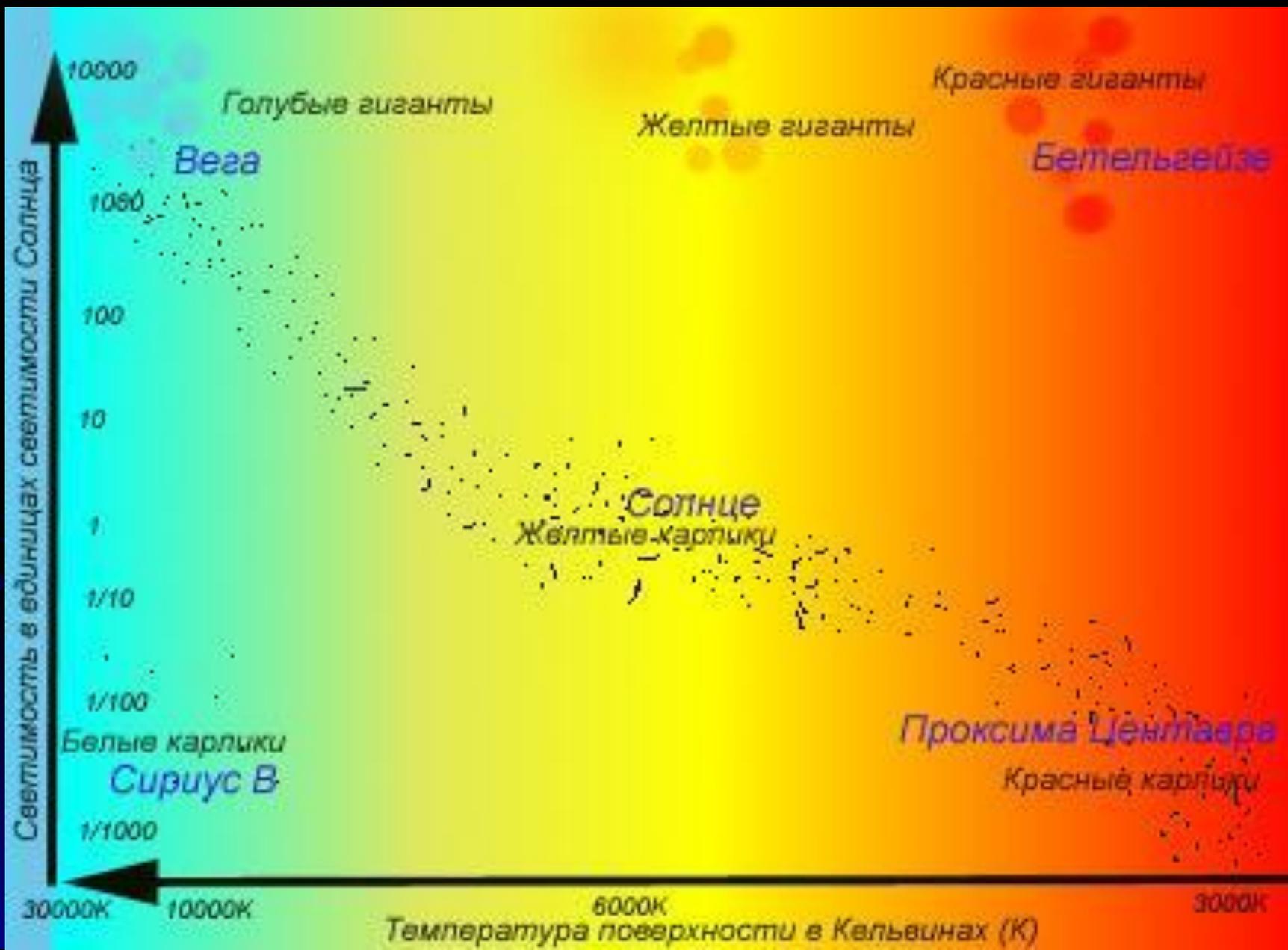


1. Характеристики звезд

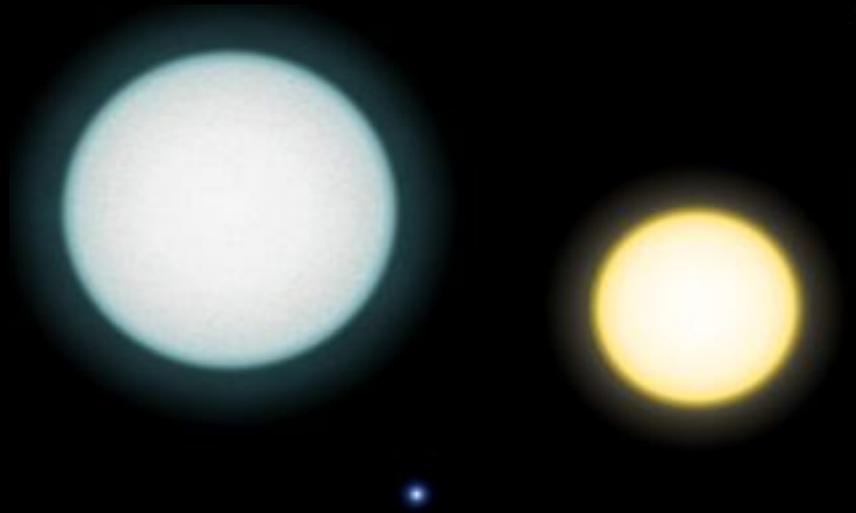
- Светимость звезд – энергия, которую отдает звезда в мировое пространство за 1 с.
- Светимость Солнца принимается за единицу (L)
- Светимость др. звезд:
 - Сириус = 22L
 - Канопус = 4700L



Диаграмма Г-Р (Герцшпрунга-Рассела)



2. Типы звезд: Белый карлик



Белый карлик -
вырожденная
звезда, конечный
этап эволюции звезд
средней и малой
величины

Сравнительные размеры
Солнце (справа) и двойной
системы IK Пегаса компонент
В — белый карлик с
температурой поверхности
35 500 К (по центру) и
компонент А — звезда
спектрального типа А8
(слева)

Типы звезд: нейтронная звезда

Нейтронная звезда — астрономическое тело, один из конечных продуктов эволюции звёзд, состоит из нейтронной сердцевины и тонкой коры вырожденного вещества с преобладанием ядер железа и никеля.



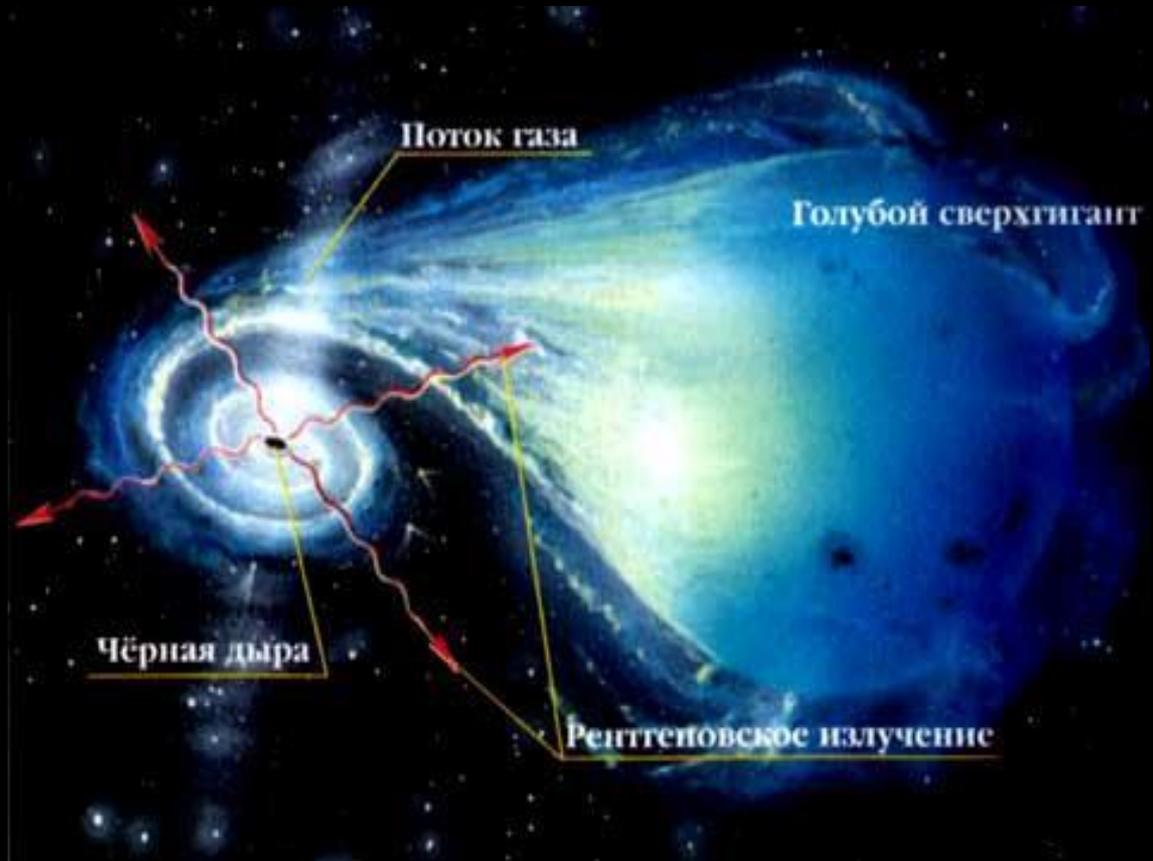
Типы звезд: сверхновая звезда

Сверхновая звезда – это взрыв звезды, когда большая часть ее массы (а иногда и вся) разлетается со скоростью до 10 000 км/с, а остаток сжимается (коллапсирует)



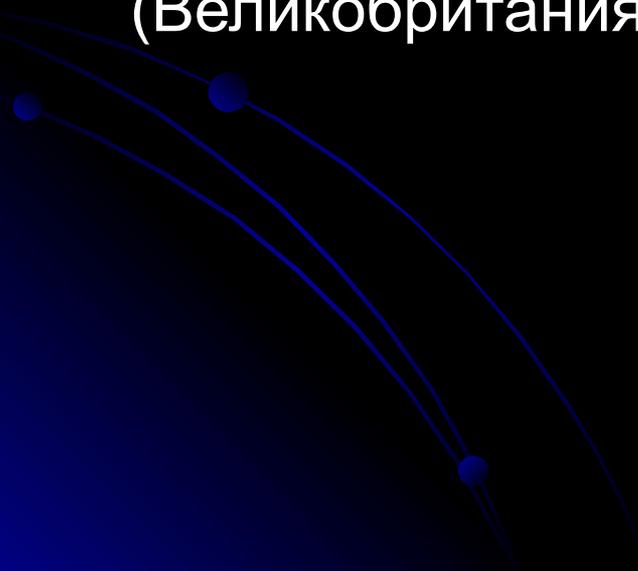
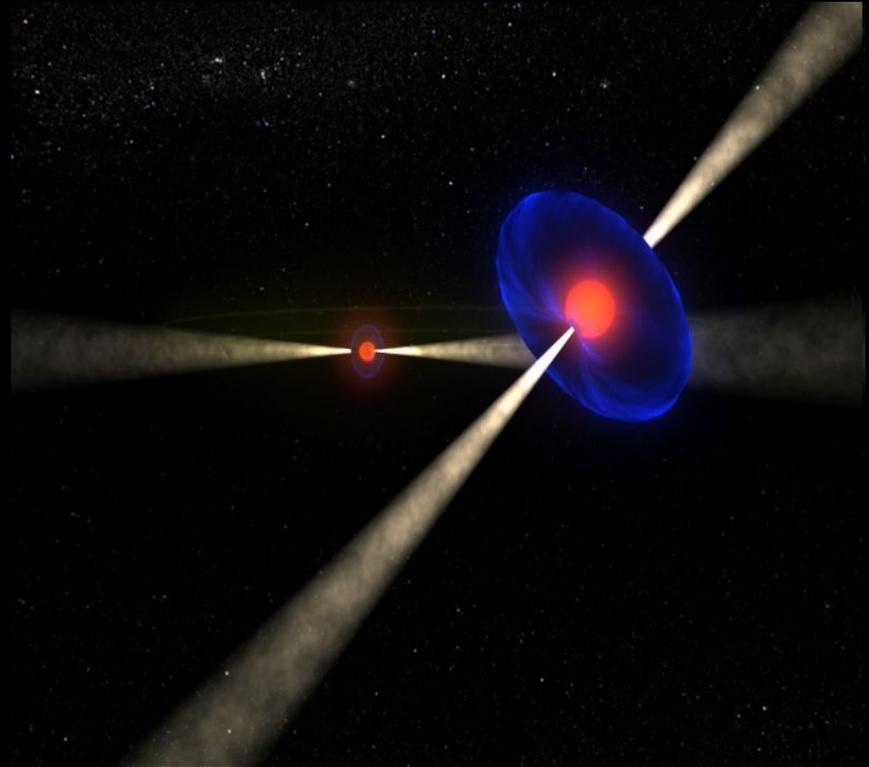
Типы звезд: черные дыры

Черная дыра – область пространства, в которой гравитационное притяжение настолько сильно, что ни вещество, ни излучение не могут эту область покинуть.



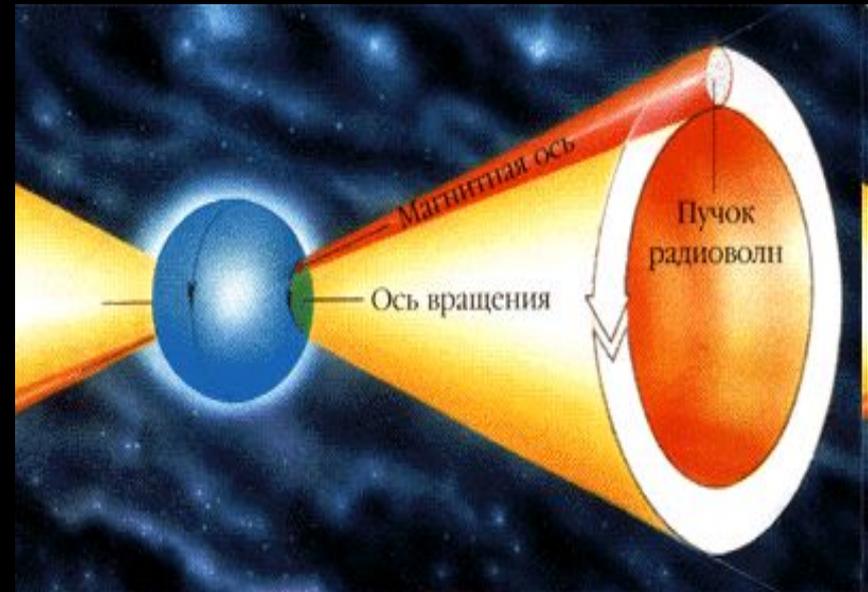
Типы звезд: пульсары

- ПУЛЬСАРЫ - космические источники импульсного электромагнитного излучения, открытые в 1967 группой Э. Хьюиша (Великобритания)



Пульсары

- При сжатии звезды увеличивается плотность, растет скорость ее вращения. При коллапсе огромной массивной звезды до размеров порядка нескольких десятков километров период вращения уменьшается до сотых и даже тысячных долей секунды, т.е. до характерных периодов переменности пульсаров. Помимо этого сильно уплотняется и магнитное поле звезды.



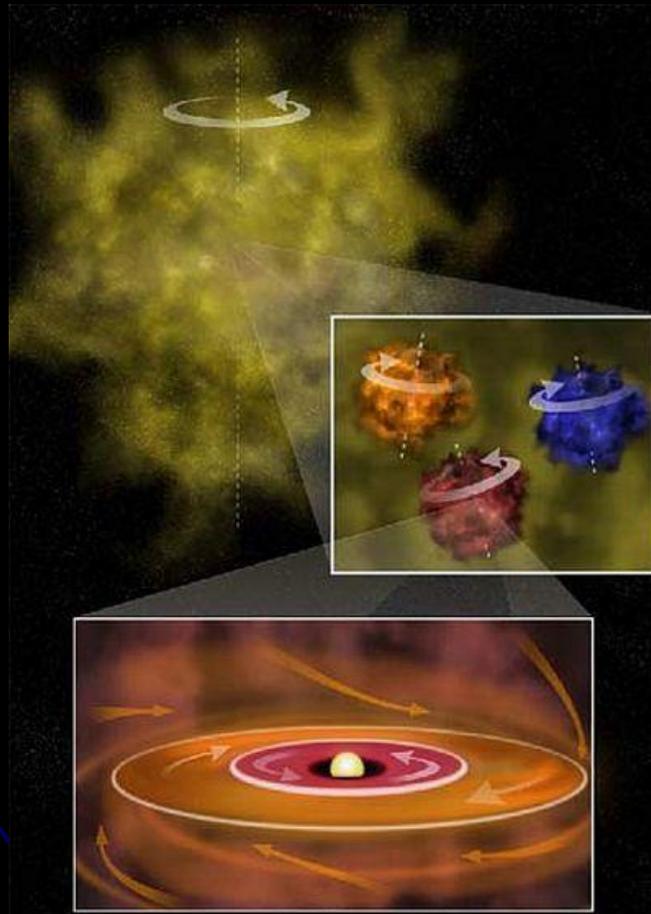
3. Эволюция звезд

ЗАВИСИТ ОТ ДВУХ СИЛ:



- гравитационной,
- силы давления газа

3. Эволюция звезд: возникновение протозвезды

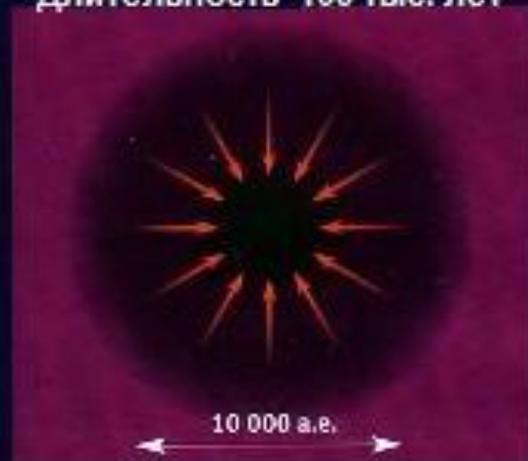


ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЗВЕЗДЫ

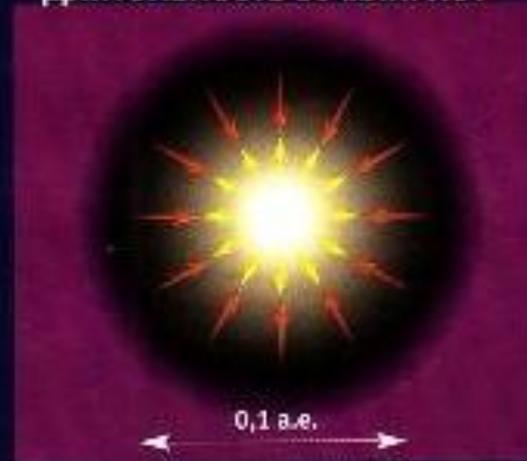
Темное межзвездное облако
Начало процесса



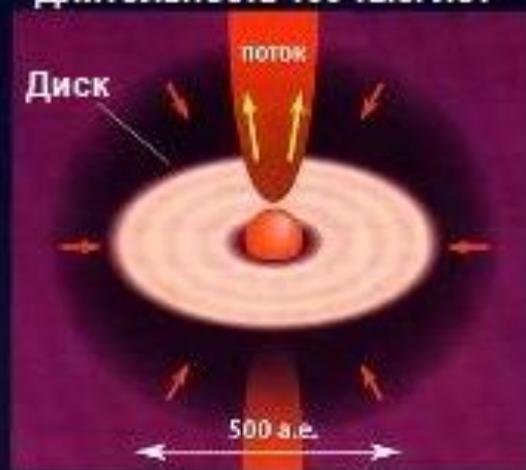
Быстрое сжатие плотного ядра
Длительность 100 тыс. лет



Медленное сжатие
Длительность 50 млн. лет



Протозвезда
Длительность 100 тыс. лет



Очень молодая звезда
Длительность 50 млн. лет



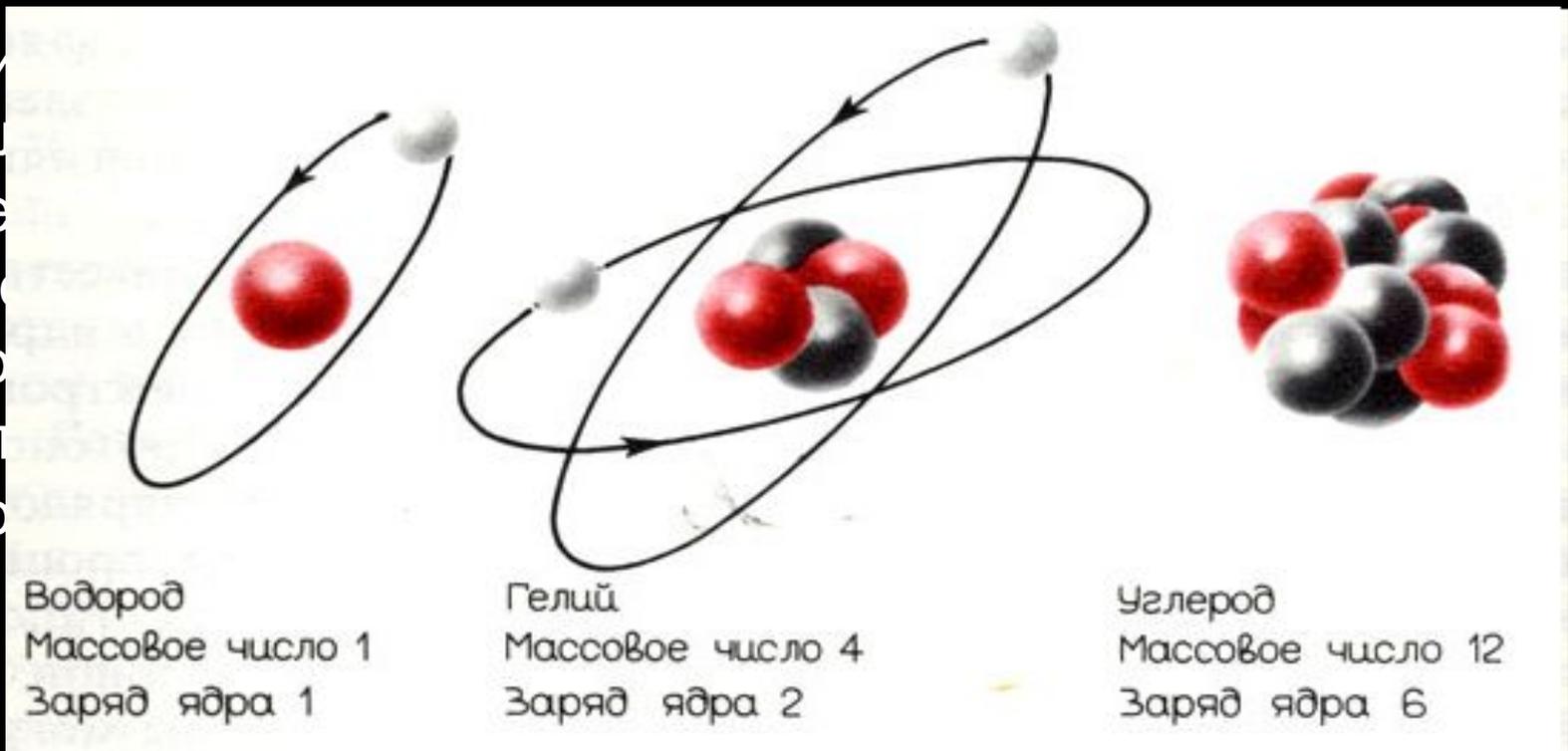
Молодая звезда
Конец процесса





Часть вещества остается на периферии рождающегося светила в виде тонкого диска. В нем формируются планеты, их спутники, астероиды и ядра комет

- Рис. 3.1. Схема строения атомов водорода, гелия и углерода. Протоны изображены красными шариками, нейтроны - серыми. Траектории электронов (показаны светло-серыми шариками), обращающихся вокруг ядер, изображены в другом масштабе. Шесть электронов, обращающихся вокруг ядра углерода, не показаны.



- Рис. 3.1. Схема строения атомов водорода, гелия и углерода. Протоны изображены красными шариками, нейтроны - серыми. Траектории электронов (показаны светло-серыми шариками), обращающихся вокруг ядер, изображены в другом масштабе. Шесть электронов, обращающихся вокруг ядра углерода, не показаны.

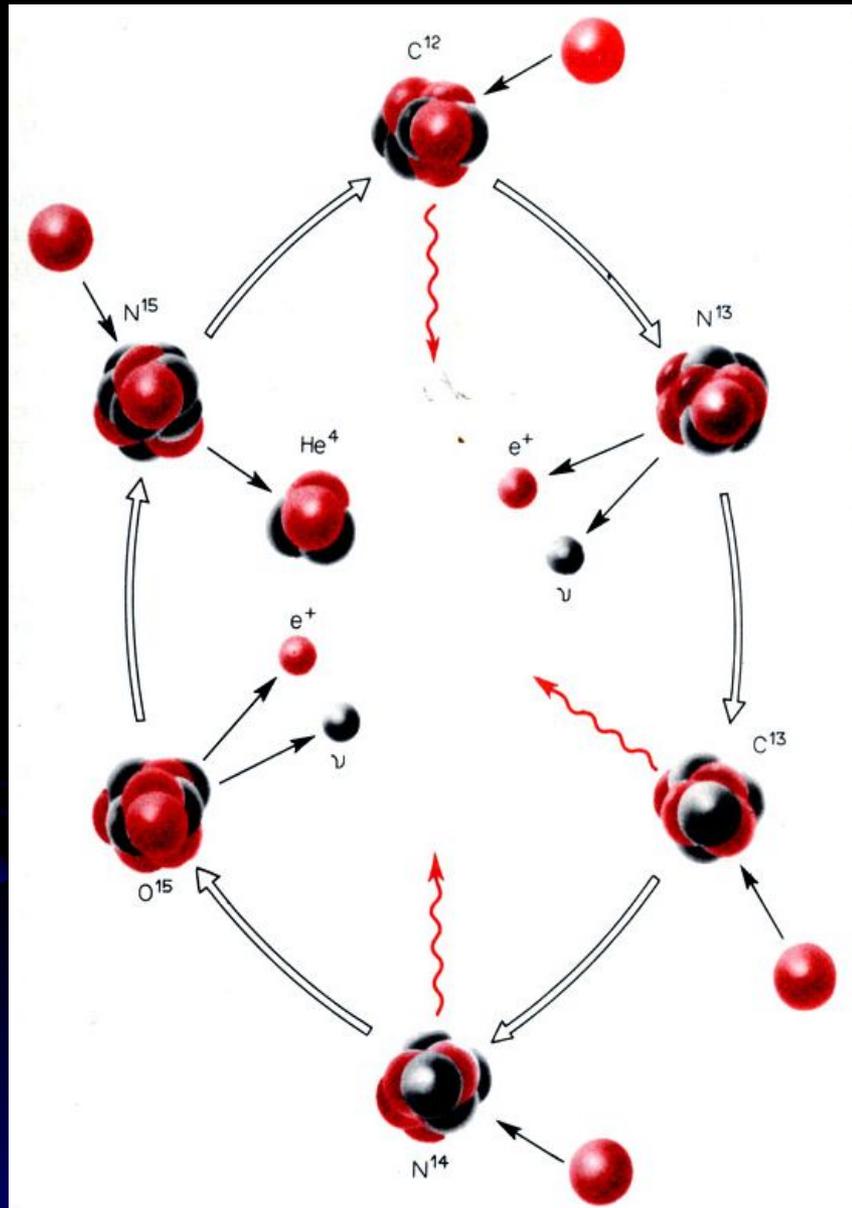


Рис. 3.2. Превращение водорода в гелий в углеродном цикле реакций. Обозначения элементарных частиц такие же, как на рис. 3.1. Красные волнистые стрелки показывают, что атом испускает квант электромагнитного излучения. Символом e^+ обозначены позитроны, ν -нейтрино. Открыл Ганс Бете И Карл фон Вайцзеккер

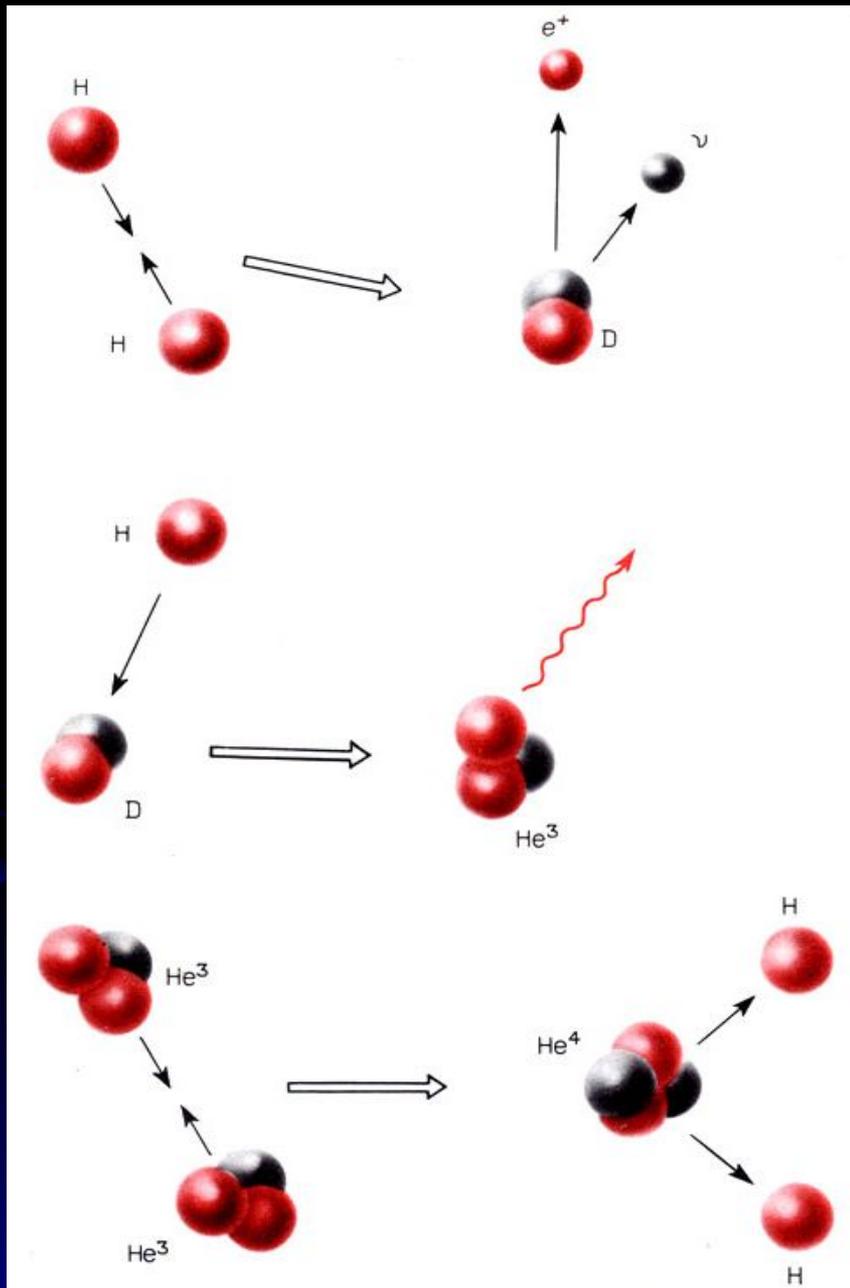


Рис. 3.3. Ядерные реакции протон-протонной цепочки. Обозначения элементарных частиц такие же, как на рис. 3.2. В результате этих реакций водород тоже превращается в гелий. На верхней схеме показано, как два ядра водорода сталкиваются и образуют ядро дейтерия. В середине показано, как ядро дейтерия и ядро водорода объединяются в ядро изотопа гелия. При столкновении двух ядер этого изотопа гелия образуется нормальный гелий с массовым числом 4. Открыли Ганс Бете и Чарльз Кричфилд (США)

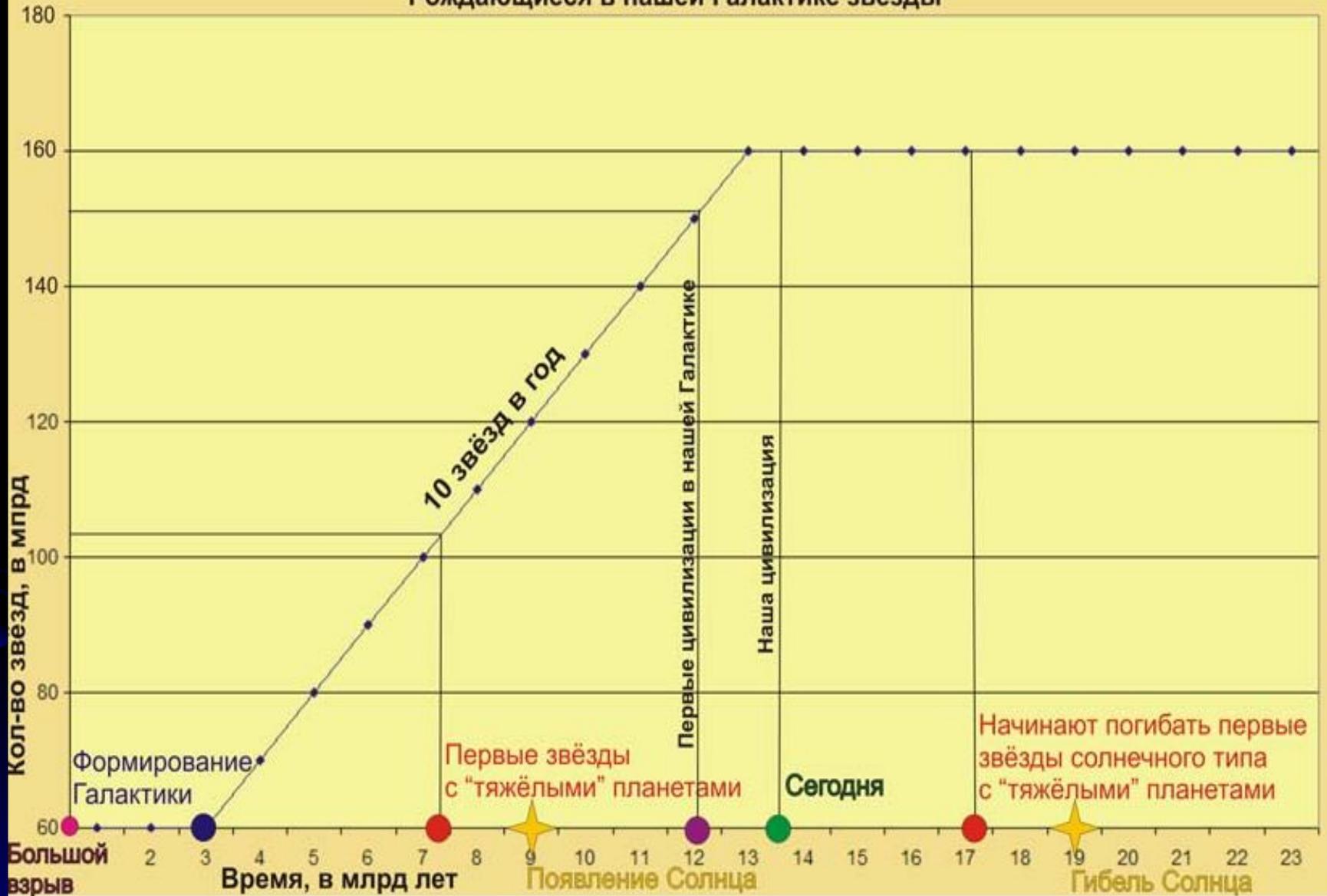


Рис. 10.3. График эволюции типичной звезды

КОНЕЧНАЯ СТАДИЯ ЭВОЛЮЦИЯ ЗВЕЗД

| Характеристика состояния звездного вещества | Плотность, Кг/куб. м | Условие реализации |
|--|--------------------------|--|
| Нормальное звездное вещество | 10 в 4 ст. | $M < 1,4 M_{\odot}$ Белые карлики |
| Электронная оболочка атома деформируется | 10 в 7 ст. | |
| Ядра выдавливаются из электронных оболочек | 10 в 8 ст. | |
| Электроны препятствуют дальнейшему сжатию | 10 в 10 – 10 в 11 ст. | |
| Электроны вдавливаются в ядра: протоны превращаются в свободные нейтроны | 10 в 13 ст. | |
| Плотность вещества почти достигает плотности атомного ядра. Сильные ядерные взаимодействия препятствуют дальнейшему сжатию | 10 в 18 ст. | $1,4 M_{\odot} < M$ $M < 2,5 M_{\odot}$ Нейтронные звезды |
| Релятивистский коллапс | > 10 в 20 ст. | $M > 2,5 M$ “Черные дыры” |
| Общая теория относительности теряет силу | > 10 в 100 ст. | |

Рождающиеся в нашей Галактике звёзды



Эволюция звезд типа солнца

