

ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ГОРОДА  
МОСКВЫ

1-й МОСКОВСКИЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС

ФАКУЛЬТЕТ "ХУДОЖЕСТВЕННЫЕ ремесла"

ПРЕЗЕНТАЦИЯ:

# ЖИЗНЬ И СМЕРТЬ ЗВЕЗД

ДИСЦИПЛИНА: "ФИЗИКА"

Работа выполнена  
студенткой группы 12 «ДГ»  
Громаковой Александрой

2017 г.

# Содержание:

- Вступление
- Рождение
- Ни детства, ни отрочества, ни юности
- Неспкойная старость
- Экстремальная старость
- А что ждет наше солнце?

Звезды, как и люди, рождаются и умирают. Одним уготована дряхлая старость в обличье тусклого белого карлика, другим - «загробная жизнь» в виде нейтронной звезды или черной дыры.

Но как определить, какие метаморфозы ждут ту или иную звезду, включая наше родное Солнце?

Астрофизика уже достаточно продвинулась в изучении эволюции звезд. Теоретические модели подкреплены надежными наблюдениями, и несмотря на наличие некоторых пробелов, общая картина жизненного цикла звезды давно известна.



Газопылевой диск вокруг протозвезды вращается все быстрее, из-за ее растущей плотности и массы все больше частиц сталкиваются в ее недрах, температура продолжает расти.

Как только она достигает миллионов градусов, в центре протозвезды происходит первая термоядерная реакция. Два ядра водорода преодолевают кулоновский барьер и соединяются, образуя ядро гелия. Затем – другие два ядра, потом – другие... пока цепная реакция не охватит всю область, в которой температура позволяет водороду синтезировать гелий.



Энергия термоядерных реакций затем стремительно достигает поверхности светила, резко увеличивая его яркость. Так протозвезда, если обладает достаточной массой, превращается в полноценную молодую звезду.



# Ни детства, ни отрочества, ни юности

Все протозвезды, которые разогреваются достаточно для запуска термоядерной реакции в своих недрах, затем вступают в самый продолжительный и стабильный период, занимающий 90% всего времени их существования.

Все, что с ними происходит на данном этапе, это постепенное выгорание водорода в зоне термоядерных реакций. Буквальное «прожигание жизни». Звезда очень медленно – в течение миллиардов лет – будет становиться горячее, станет расти интенсивность термоядерных реакций, как и светимость, но не более того. Конечно, возможны события, которые ускоряют звездную эволюцию – например, близкое соседство или даже столкновение с другой звездой, однако от жизненного цикла отдельного светила это никак не зависит.

Есть и своеобразные «мертворожденные» звезды, которые не могут выйти на главную последовательность – то есть не способны справиться с внутренним давлением термоядерных реакций.

Это маломассивные (менее 0,0767 от массы Солнца) протозвезды – те самые, которые называют коричневыми карликами. Из-за недостаточного гравитационного сжатия они теряют энергии больше, чем образуется в результате синтеза водорода. Со временем термоядерные реакции в недрах этих звезд прекращаются, и все, что им остается, это продолжительное, но неизбежное остывание.



# Неспокойная старость

В отличие от людей, самая активная и интересная фаза в «жизни» массивных звезд начинается к концу их существования. Дальнейшая эволюция каждого отдельного светила, достигшего конца главной последовательности – то есть точки, когда водорода для термоядерного синтеза в центре звезды уже не осталось – напрямую зависит от массы светила и его химического состава.





Чем меньшей массой обладает звезда на главной последовательности, тем более продолжительной будет ее «жизнь», и менее грандиозным будет ее финал. Например, звезды с массой менее половины от массы Солнца – такие, которые называются красными карликами – вообще еще ни разу не «умирали» с момента Большого взрыва. Согласно вычислениям и компьютерному моделированию, такие звезды из-за слабой интенсивности термоядерных реакций могут спокойно сжигать водород от десятков миллиардов до десятков триллионов лет, а в конце своего пути, вероятно, потухнут так же, как коричневые карлики.



Звезды со средней массой от половины до десяти масс Солнца после выгорания водорода в центре оказываются способны сжигать более тяжелые химические элементы в своем составе – сначала гелий, затем углерод, кислород и далее, насколько повезло с массой, вплоть до железа-56 (изотоп железа, который иногда называют «пеплом термоядерного горения»). Для таких звезд фаза, следующая за главной последовательностью, называется стадией красного гиганта. Запуск гелиевых термоядерных реакций, затем углеродных и т.д. каждый раз приводит к значительным трансформациям звезды. В каком-то смысле это предсмертная агония. Звезда то расширяется в сотни раз и краснеет, то снова сжимается. Светимость тоже меняется – то в тысячи раз увеличивается, то снова уменьшается.

В конце этого процесса внешняя оболочка красного гиганта сбрасывается, образуя зрелищную планетарную туманность. В центре остается обнаженное ядро - белый гелиевый карлик с массой приблизительно в половину солнечной и радиусом, примерно равным радиусу Земли. Белые карлики обладают судьбой, схожей с красными карликами – спокойное выгорание в течение миллиардов-триллионов лет, если, конечно, рядом нет звезды-компаньона, за счет которой белый карлик может увеличить свою массу.

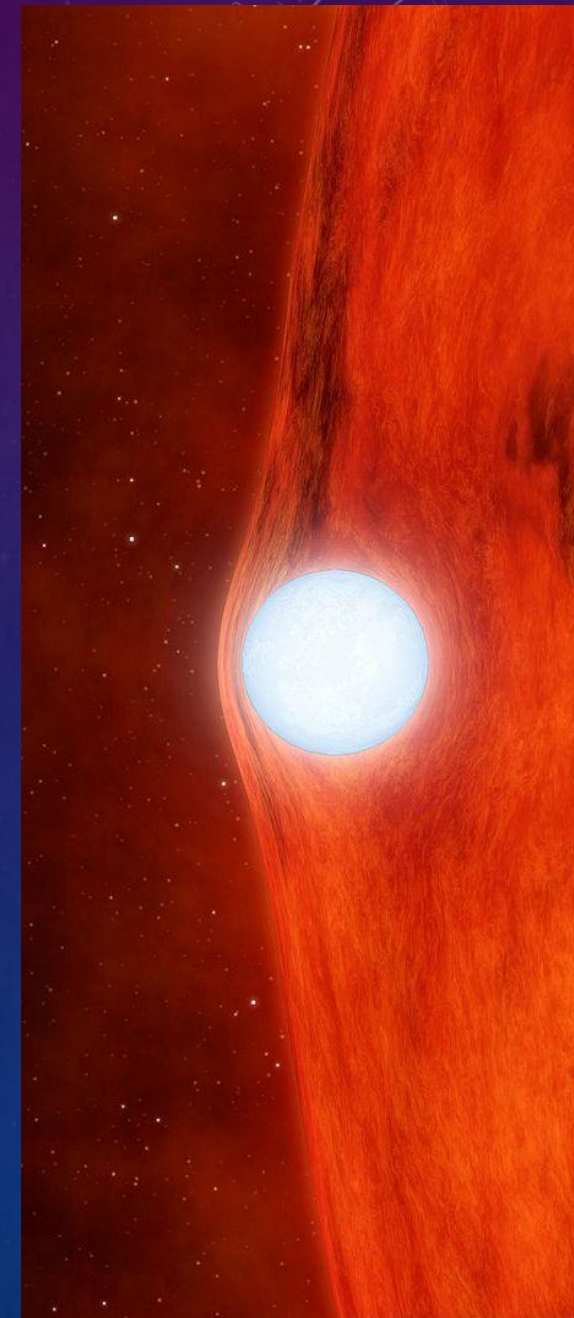


# Экстремальная старость

Если звезде особенно повезло с массой, и она равна примерно 12 солнечным и более, то финальные стадии ее эволюции характеризуются значительно более экстремальными событиями.

Если масса ядра красного гиганта превышает предел Чандрасекара, равный 1,44 солнечной массы, то звезда не просто сбрасывают свою оболочку в финале, но высвобождает скопившуюся энергию в мощнейшем термоядерном взрыве – сверхновой. В сердце остатков сверхновой, разбрасывающей звездное вещество с огромной силой на многие световые годы вокруг, остается в этом случае уже не белый карлик, а сверхплотная нейтронная звезда, радиусом всего в 10-20 километров.

Однако если масса красного гиганта больше 30 солнечных масс (вернее, уже сверхгиганта), а масса его ядра превышает предел Оппенгеймера-Волкова, равный примерно 2,5-3 массам Солнца, то не образуется уже ни белый карлик, ни нейтронная звезда. В центре останков сверхновой появляется нечто куда более впечатляющее – черная дыра, так как ядро взорвавшейся звезды сжимается настолько сильно, что коллапсировать начинают даже нейтроны, и больше уже ничто, включая свет, не может покинуть пределов новорожденной черной дыры – вернее, ее горизонта событий.



Особо массивные звезды – голубые сверхгиганты – могут миновать стадию красного сверхгиганта и также взорваться в сверхновой.



# А что ждет наше солнце?

Солнце относится к звездам средней массы, так что если вы внимательно читали предыдущую часть статьи, то уже сами можете предсказать, на каком именно пути находится наша звезда. Однако человечество еще до превращения Солнца в красного гиганта ждет ряд астрономических потрясений. Жизнь на Земле станет невозможна уже через миллиард лет, когда интенсивность термоядерных реакций в центре Солнца станет достаточной, чтобы испарить земные океаны. Параллельно с этим условия для жизни на Марсе будут улучшаться, что в определенный момент может сделать его пригодным для обитания.

Примерно через 7 миллиардов лет Солнце разогреется достаточно, чтобы термоядерная реакция была запущена в его внешних областях. Радиус Солнца увеличится примерно в 250 раз, а светимость в 2700 раз – произойдет превращение в красного гиганта. Из-за усилившегося солнечного ветра звезда на этом этапе потеряет до трети своей массы, однако успеет поглотить Меркурий. Масса солнечного ядра за счет выгорания водорода вокруг него увеличится затем настолько, что произойдет так называемая гелиевая вспышка, и начнется термоядерный синтез ядер гелия в углерод и кислород. Радиус звезды значительно уменьшится, до 11 стандартных солнечных.





Однако уже 100 миллионов лет спустя реакция с гелием перейдет на внешние области звезды, и та снова увеличится до размеров, светимости и радиуса красного гиганта. Солнечный ветер на этой стадии станет настолько сильным, что унесет внешние области звезды в космическое пространство, и они образуют обширную планетарную туманность. А там, где было Солнце, останется белый карлик размером с Землю. Сначала крайне яркий, но с течением времени все более и более тусклый.

