

Содержание:

Image not found or type unknown



Эволюция звезд

Хотя по человеческой шкале времени звезды и кажутся вечными, они, подобно всему сущему в природе, рождаются, живут и умирают. Согласно общепринятой гипотезе газопылевого облака звезда зарождается в результате гравитационного сжатия межзвездного газопылевого облака. По мере уплотнения такого облака сначала образуется протозвезда, температура в ее центре неуклонно растет, пока не достигает предела, необходимого для того, чтобы скорость теплового движения частиц превысила порог, после которого протоны способны преодолеть макроскопические силы взаимного электростатического отталкивания (см. Закон Кулона) и вступить в реакцию термоядерного синтеза (см. Ядерный распад и синтез).

В результате многоступенчатой реакции термоядерного синтеза из четырех протонов в конечном итоге образуется ядро гелия (2 протона + 2 нейтрона) и выделяется целый фонтан разнообразных элементарных частиц. В конечном состоянии суммарная масса образовавшихся частиц меньше массы четырех исходных протонов, а значит, в процессе реакции выделяется свободная энергия (см. Теория относительности). Из-за этого внутренне ядро новорожденной звезды быстро разогревается до сверхвысоких температур, и его избыточная энергия начинает выплескиваться по направлению к ее менее горячей поверхности — и наружу. Одновременно давление в центре звезды начинает расти (см. Уравнение состояния идеального газа). Таким образом, «сжигая» водород в процессе термоядерной реакции, звезда не дает силам гравитационного притяжения сжать себя до сверхплотного состояния, противопоставляя гравитационному коллапсу непрерывно возобновляемое внутреннее термическое давление, в результате чего возникает устойчивое энергетическое равновесие. О звездах на стадии активного сжигания водорода говорят, что они находятся на «основной фазе» своего жизненного цикла или эволюции (см. Диаграмма Герцшпрунга—Рассела). Превращение одних химических элементов в другие внутри звезды называют ядерным синтезом или нуклеосинтезом.

В частности, Солнце находится на активной стадии сжигания водорода в процессе активного нуклеосинтеза уже около 5 миллиардов лет, и запасов водорода в ядре для его продолжения нашему светилу должно хватить еще на 5,5 миллиарда лет. Чем массивнее звезда, тем большим запасом водородного топлива она располагает, но для противодействия силам гравитационного коллапса ей приходится сжигать водород с интенсивностью, превосходящей по темпу роста темп роста запасов водорода по мере увеличения массы звезды. Таким образом, чем массивнее звезда, тем короче время ее жизни, определяемое исчерпанием запасов водорода, и самые крупные звезды в буквальном смысле сгорают за «какие-то» десятки миллионов лет. Самые мелкие звезды, с другой стороны, «безбедно» живут сотни миллиардов лет. Так что по этой шкале наше Солнце относится к «крепким середнякам».

Рано или поздно, однако, любая звезда израсходует весь пригодный для сжигания в своей термоядерной топке водород. Что дальше? Это также зависит от массы звезды. Солнце (и все звезды, не превышающие его по массе более чем в восемь раз) заканчивают свою жизнь весьма банальным образом. По мере истощения запасов водорода в недрах звезды силы гравитационного сжатия, терпеливо ожидавшие этого часа с самого момента зарождения светила, начинают одерживать верх — и под их воздействием звезда начинает сжиматься и уплотняться. Этот процесс приводит к двойному эффекту: Температура в слоях непосредственно вокруг ядра звезды повышается до уровня, при котором содержащийся там водород вступает, наконец, в реакцию термоядерного синтеза с образованием гелия. В то же время температура в самом ядре, состоящем теперь практически из одного гелия, повышается настолько, что уже сам гелий — своего рода «пепел» затухающей первичной реакции нуклеосинтеза — вступает в новую реакцию термоядерного синтеза: из трех ядер гелия образуется одно ядро углерода. Этот процесс вторичной реакции термоядерного синтеза, топливом для которого служат продукты первичной реакции, — один из ключевых моментов жизненного цикла звезд.

При вторичном сгорании гелия в ядре звезды выделяется так много энергии, что звезда начинает буквально раздуваться. В частности, оболочка Солнца на этой стадии жизни расширится за пределы орбиты Венеры. При этом совокупная энергия излучения звезды остается примерно на том же уровне, что и в течение основной фазы ее жизни, но, поскольку излучается эта энергия теперь через значительно бо_льшую площадь поверхности, внешний слой звезды остывает до красной части спектра. Звезда превращается в красный гигант.

Для звезд класса Солнца после истощения топлива, питающего вторичную реакцию нуклеосинтеза, снова наступает стадия гравитационного коллапса — на этот раз окончательного. Температура внутри ядра больше не способна подняться до уровня, необходимого для начала термоядерной реакции следующего уровня. Поэтому звезда сжимается до тех пор, пока силы гравитационного притяжения не будут уравновешены следующим силовым барьером. В его роли выступает давление вырожденного электронного газа (см. Предел Чандрасекара). Электроны, до этой стадии игравшие роль безработных статистов в эволюции звезды, не участвуя в реакциях ядерного синтеза и свободно перемещаясь между ядрами, находящимися в процессе синтеза, на определенной стадии сжатия оказываются лишенными «жизненного пространства» и начинают «сопротивляться» дальнейшему гравитационному сжатию звезды. Состояние звезды стабилизируется, и она превращается в вырожденного белого карлика, который будет излучать в пространство остаточное тепло, пока не остынет окончательно.

Звезды более массивные, нежели Солнце, ждет куда более зрелищный конец. После сгорания гелия их масса при сжатии оказывается достаточной для разогрева ядра и оболочки до температур, необходимых для запуска следующих реакций нуклеосинтеза — углерода, затем кремния, магния — и так далее, по мере роста ядерных масс. При этом при начале каждой новой реакции в ядре звезды предыдущая продолжается в ее оболочке. На самом деле, все химические элементы вплоть до железа, из которых состоит Вселенная, образовались именно в результате нуклеосинтеза в недрах умирающих звезд этого типа. Но железо — это предел; оно не может служить топливом для реакций ядерного синтеза или распада ни при каких температурах и давлениях, поскольку как для его распада, так и для добавления к нему дополнительных нуклонов необходим приток внешней энергии. В результате массивная звезда постепенно накапливает внутри себя железное ядро, не способное послужить топливом ни для каких дальнейших ядерных реакций.

Как только температура и давление внутри ядра достигают определенного уровня, электроны начинают вступать во взаимодействие с протонами ядер железа, в результате чего образуются нейтроны. И за очень короткий отрезок времени — некоторые теоретики полагают, что на это уходят считанные секунды, — свободные на протяжении всей предыдущей эволюции звезды электроны буквально растворяются в протонах ядер железа, всё вещество ядра звезды превращается в сплошной сгусток нейтронов и начинает стремительно сжиматься

в гравитационном коллапсе, поскольку противодействовавшее ему давление вырожденного электронного газа падает до нуля. Внешняя оболочка звезды, из под которой оказывается выбита всякая опора, обрушивается к центру. Энергия столкновения обрушившейся внешней оболочки с нейтронным ядром столь высока, что она с огромной скоростью отскакивает и разлетается во все стороны от ядра — и звезда буквально взрывается в ослепительной вспышке сверхновой звезды. За считанные секунды при вспышке сверхновой может выделяться в пространство больше энергии, чем выделяют за это же время все звезды галактики вместе взятые.

После вспышки сверхновой и разлета оболочки у звезд массой порядка 10-30 солнечных масс продолжающийся гравитационный коллапс приводит к образованию нейтронной звезды, вещество которой сжимается до тех пор, пока не начинает давать о себе знать давление вырожденных нейтронов — иными словами, теперь уже нейтроны (подобно тому, как ранее это делали электроны) начинают противиться дальнейшему сжатию, требуя себе жизненного пространства. Это обычно происходит по достижении звездой размеров около 15 км в диаметре. В результате образуется быстро вращающаяся нейтронная звезда, испускающая электромагнитные импульсы с частотой ее вращения; такие звезды называются пульсарами. Наконец, если масса ядра звезды превышает 30 солнечных масс, ничто не в силах остановить ее дальнейший гравитационный коллапс, и в результате вспышки сверхновой образуется черная дыра.

Эволюция галактик

Как появились галактики

Для начала обратимся к теории Большого взрыва. Как известно, происхождение галактик, как и других объектов глубокого космоса, стало возможным именно после него.

К тому же, сразу после взрыва появилась сингулярность. То есть в первые секунды состояние Вселенной было бесконечно плотным и с одной огромной температурой. В дальнейшем однородная среда при остывании начала расширяться. С течением времени более плотные участки притягивались друг к другу силой гравитации.

Существует принцип гравитационной неустойчивости. Его смысл заключается в том, что частицы вещества не могут постоянно быть равномерно распределены в

пространстве. Его элементы стремятся друг к другу. Тем самым создавая уплотнённые соединения.

Таким образом образовались газовые облака и сгустки материи. В последующем произошло образование звёзд. А затем из них появились целые галактики.

Развитие галактик

Проще говоря, рост и слияние галактик это и есть эволюция.

Как известно, под силой тяжести галактики притягиваются друг к другу. Так происходит процесс их объединения. Действительно, сейчас нам известны галактические группы, скопления и сверхскопления галактик.

Как известно, большие галактики поглощают малые. Из этого следует увеличение их массы. Интересно, что галактики приблизительно равного размера сливаются в единое объединение. Так образуются гигантские эллиптические галактики.

Конечная стадия развития галактик

Когда в межзвёздном пространстве иссякает запас газа и пыли, прекращается формирование звёзд. Этот процесс замедляется в течении миллиардов лет. Но при этом все же происходит слияние объектов глубокого космоса. Что ведёт к росту количества звёзд, газа и пыли. В результате система галактики поддерживается и растёт.

Иногда такие галактики поглощаются другими. В таком случае, им как-бы даётся вторая жизнь в новом составе.

Существует интересная теория о том, что когда-нибудь все галактики сольются в одного огромного эллиптического гиганта.

Заключение

Бесспорно, эволюция галактик является очень долгим и сложным процессом. Только представьте, что было вначале и что есть сейчас. Это целая история, которой нет конца. По крайней мере, пока. Мы можем только предполагать, что в будущем ждёт галактики и вселенную в целом.

Момент роста и развития всегда очень занимательный и интересный. Независимо от того, что мы рассматриваем. Но следить за эволюцией Вселенной более увлекательный процесс. Тем более, что вопросов о ней всегда больше, чем ответов.

Список литературы

1. <https://kosmosgid.ru/galaktiki/proishozhdenie-i-evolyutsiya-galaktik>
2. https://elementy.ru/trefil/21099/Evolyutsiya_zvezd