**Строение Солнца**

Мы не можем непосредственно заглянуть внутрь Солнца, поэтому представление о его внутреннем строении получаем только на основе теоретического анализа, используя наиболее общие законы физики и такие характеристики Солнца, как масса, радиус, светимость.

Солнце не расширяется и не сжимается, оно находится в гидростатическом равновесии, так как силе гравитации, стремящейся сжать Солнце, препятствует сила газового давления изнутри.

Расчеты показывают, что для поддержания гидростатического равновесия температура в центре Солнца должна быть примерно 15⋅106 К. На расстоянии 0,7*R*◯​ температура падает до порядка 106 К. Плотность вещества в центре Солнца около 1,5⋅105  кг/м3, что более чем в 100 раз выше его средней плотности.

Ядро – это область в центральной части Солнца, радиусом около 0,3*R*◯​, где протекают термоядерные реакции. Вне ядра температура недостаточна для протекания термоядерных реакций.

Энергия, выделившаяся в ядре Солнца, переносится наружу, к поверхности, двумя способами: лучистым и конвективным переносами. В первом случае энергия переносится излучением; во втором — при механических движениях нагретых масс вещества.

Лучистый перенос энергии происходит в ядре до расстояний (0,6—0,7)  *R*◯​ от центра Солнца, далее к поверхности энергия переносится конвекцией. Проявление конвекции наблюдается в виде грануляции в фотосфере. Полное время, которое требуется энергии, выделившейся в ядре, чтобы достигнуть поверхности Солнца, составляет около 10 млн лет. Так что тот свет и тепло, которые согревают и освещают нашу Землю сегодня, были выработаны в термоядерных реакциях в центре Солнца 10 млн лет назад.

При термоядерных реакциях синтеза гелия из водорода наряду с выделением энергии происходит рождение элементарных частиц — нейтрино. В отличие от излучения нейтрино практически не задерживается веществом. Возникая в недрах Солнца и распространяясь со скоростью, близкой к скорости света, они через 2 с покидают поверхность Солнца и через 8 мин достигают Земли. Для наблюдений солнечных нейтрино был построен специальный нейтринный телескоп, который в течение многолетних наблюдений и зарегистрировал ожидаемый поток нейтрино от Солнца. Эти наблюдения окончательно подтвердили правильность теоретических моделей строения Солнца как звезды.

**Красные гиганты и сверхгиганты**

Отличительной особенностью красных гигантов и сверхгигантов является отсутствие ядерных реакций в самом центре, несмотря на высокие температуры.

Ядерные реакции протекают в тонких слоях вокруг плотного центрального ядра. Так как температура звезды уменьшается к поверхности, то в каждом слое идет определенный тип термоядерных реакций. В самых внешних слоях ядра, где температура составляет около 15⋅10615⋅106 К, из водорода образуется гелий; глубже, где температура выше, из гелия образуется углерод; далее из углерода — кислород, и в самых глубоких слоях у очень массивных звезд при термоядерных реакциях образуется железо. Более тяжелые химические элементы образовываться с выделением энергии не могут. Наоборот их образование требует затраты энергии.

Итак, в красных гигантах и сверхгигантах формируются слоевые источники энергии и образуется большинство химических элементов вплоть до атомов железа.

**Белые карлики**

Белые карлики получили свое название потому, что сначала среди них были обнаружены звезды белого цвета, а значительно позже — желтого и других цветов. Размеры их небольшие, всего лишь тысячи и десятки тысяч километров, т. е. сравнимые с размерами Земли. Но их массы близки к массе Солнца, и поэтому их средняя плотность сотни килограммов в кубическом сантиметре. Примером такой звезды служит спутник Сириуса, обозначаемый обычно как Сириус В. У этой звезды спектрального класса А с температурой 9000 К диаметр лишь в 2,5 раза превышает диаметр Земли, а масса равна солнечной, так что средняя плотность превышает 100 кг/см3кг/см3.

**Пульсары и нейтронные звезды**

Пульсары – это радиоисточники, которые испускают периодические импульсы радиоизлучения, открытые в 1967 г.

Периоды импульсов пульсаров, которых сейчас известно свыше 400, заключены в пределах от нескольких секунд до 0,001 с. Удивляла высокая стабильность повторения импульсов; так, первый открытый пульсар, который обозначается как PSR 1919, расположенный в неприметном созвездии Лисички, имел период Т = 1,33 730 110 168 с:

Явление пульсации возникает в результате быстрого вращения нейтронных звезд, причем период следования импульсов равен периоду вращения нейтронной звезды.

Нейтронные звезды – это звезды, вещество которых состоит из плотно упакованных нейтронов.

Они имеют радиусы около 10 км и массы, сравнимые с солнечной. Плотность нейтронной звезды фантастическая и равна 2⋅1017  кг/м3. Она сравнима с плотностью вещества в ядрах атомов.

**Черные дыры**

В конце XVIII в. известный астроном и математик П. Лаплас (1749—1827) привел простые, основанные на теории тяготения Ньютона рассуждения, которые позволили предсказать существование необычных объектов, получивших название черные дыры.

Известно, что для преодоления притяжения небесного тела массой М и радиусом R нужна вторая космическая (параболическая) скорость *υ*2​=*R*22*GM*​​. При меньшей скорости тело станет спутником небесного тела, при 2*υ*⩾*υ*2​ оно навсегда покинет небесное тело и никогда не вернется к нему.

Для Земли *υ*2​=11,2 км/с, на поверхности Солнца *υ*2​=617 км/с. На поверхности нейтронной звезды массой, равной массе Солнца, и радиусом около 10 км *υ*2​=170000 км/с и составляет всего около 0,6 скорости света.

Как видно из формулы, при радиусе небесного тела, равном *R*=2*GM*/*c*2, вторая космическая скорость будет равна скорости света с=300 000 км/с. При еще меньших размерах вторая космическая скорость будет превышать скорость света. По этой причине даже свет не сможет покинуть такое небесное тело и дать информацию о процессах, происходящих на его поверхности, нам — далеким наблюдателям.

Если такие объекты во Вселенной существуют, то они являются как бы дырами, куда все проваливается и откуда ничего не выходит. Поэтому в современной литературе за ними укоренилось такое название — черные дыры.

В настоящее время обнаружены черные дыры в составе двойных звездных систем. Так, в созвездии Лебедя наблюдается тесная двойная система, одна из звезд, излучающая видимый свет, — обычная звезда спектрального класса В, другая — невидимая звезда малого размера — излучает рентгеновские лучи и имеет массу около 10М◯​. Эта невидимая звезда представляет собой черную дыру с размерами около 30 км. Рентгеновское излучение испускает не сама черная дыра, а нагретый до нескольких миллионов градусов диск, вращающийся вокруг черной дыры. Этот диск состоит из вещества, которое черная дыра своим тяготением вытягивает из яркой звезды.