*Республика Татарстан*

Экзаменационный реферат по астрономии

 на тему:

 Физика Звезд

 Выполнил ученик

 Зайнутдинов Ф. М.

 11 В класса, шк.6.

 Проверил:

 Калистратова С.С.

 г. Бугульма, 2001 год

ВВЕДЕНИЕ

Звездное небо во все времена занимало воображение людей. Почему зажигаются звезды? Сколько их сияет в ночи? Далеко ли они от нас? Есть ли границы у звездной Вселенной? С глубокой древности человек задумывался над этими и многими другими вопросами, стремился понять, и осмыслить устройство того большого мира, в котором мы живем.

Самые ранние представления людей о нем сохранились в сказках и легендах. Прошли века и тысячелетия, прежде чем возникла и получила глубокое обоснование и развитие наука о Вселенной, раскрывшая нам замечательную простату, удивительный порядок мироздания. Недаром еще в древней Греции ее называли Космосом а это слово первоначально означало «порядок» и «красоту».

Системы мира - это представления о расположении в пространстве и движении Земли, Солнца, Луны, планет, звезд и других небесных тел.

В древнеиндийской книге, которая называется «Ригведа», что значит «Книга гимнов»,можно найти описание - одно из самых первых в истории человечества - всей Вселенной как единого целого. Согласно «Ригведе», она устроена не слишком сложно. В ней имеется, прежде всего, Земля. Она представляется безграничной плоской поверхностью - «обширным пространством». Эта поверхность покрыта сверху небом. А небо - это голубой, усеянный звездами «свод». Между небом и Землей - «светящийся воздух».

От науки это было очень далеко. Но важно здесь другое. Замечательна и грандиозна сама дерзкая цель - объять мыслью всю Вселенную. Отсюда берет истоки уверенность в том, что человеческий разум способен осмыслить, понять, разгадать ее устройство, создать в своем воображении полную картину мира.

СОЛНЦЕ И ЗВЕЗДЫ

В ясную безлунную ночь, когда ничто не мешает наблюдению, человек с острым зрением увидит на небосводе не более двух - трех тысяч мерцающих точечек. В списке, составленном во 2 веке до нашей эры знаменитом древнегреческим астрономом Гиппархом и дополненном позднее Птолемеем, значится 1022 звезды. Гевелий же, последний астроном, производивший такие подсчеты без помощи телескопа, довел их число до 1533.

Но уже в древности подозревали о существовании большого числа звезд, невидимых глазом. Демокрит, великий ученый древности, говорил, что белесоватая полоса, протянувшаяся через все небо, которую мы называем Млечным Путем, есть в действительности соединение света множества невидимых по отдельности звезд. Споры о строении Млечного Пути продолжались веками. Решение - в пользу догадки Демокрита - пришло в 1610 году, когда Галилей сообщил о первых открытиях, сделанных на небе с помощью телескопа. Он писал с понятным волнением и гордостью, что теперь удалось «сделать доступными глазу звезды, которые раньше никогда не были видимыми и число которых по меньшей мере в десять раз больше числа звезд, известных издревле».

Но и это великое открытие всё ещё оставляло мир звёзд загадочным. Неужели все они, видимые и невидимые, действительно сосредоточены в тонком сферическом слое вокруг Солнца?

Ещё до открытия Галилея была высказана совершенно неожиданная, по тем временам замечательно смелая мысль. Она принадлежит Джордано Бруно, трагическая судьба которого всем известна. Бруно выдвинул идею о том, что наше Солнце - это одна из звёзд Вселенной. Всего только одна из великого множества, а не центр всей Вселенной. Но тогда и любая другая звезда тоже вполне может обладать своей собственной планетной системой.

Если Коперник указал место Земли отнюдь не в центре мира, то Бруно и Солнце лишил этой привилегии.

Идея Бруно породила немало поразительных следствий. Из неё вытекала оценка расстояний до звёзд. Действительно, Солнце - это звезда, как и другие, но только самая близкая к нам. Поэтому - то оно такое большое и яркое. А на какое расстояние нужно отодвинуть светило, чтобы и оно выглядело так, как, например, Сириус? Ответ на этот вопрос дал голландский астроном Гюйгенс (1629 - 1695). Он сравнил блеск этих двух небесных тел, и вот что оказалось: Сириус находится от нас в сотни раз дальше, чем Солнце.

Чтобы лучше представить, сколь велико расстояние до звезды, скажем, что луч света, пролетающий за одну секунду 300 тысяч километров, затрачивает на путешествие от Сириуса к нам несколько лет. Астрономы говорят в этом случае о расстоянии в несколько световых лет. По современным уточненным данным, расстояние до Сириуса - 8,7 световых лет. А расстояние от нас до солнца всего 8 световых минут.

Конечно, разные звезды отличаются друг от друга (это и учтено в современной оценке расстояние до Сириуса). Поэтому определение расстояний до них и сейчас часто остаётся очень трудной, а иногда и просто неразрешимой задачей для астрономов, хотя со времени Гюйгенса придумано для этого немало новых способов.

Замечательная идея Бруно и основанный на ней расчет Гюйгенса стали решительным шагом к овладению тайными Вселенной. Благодаря этому границы наших знаний о мире сильно раздвинулись, они вышли за пределы Солнечной системы и достигли звёзд.

3везды бывают новорожденными, молодыми, среднего возраста и старыми. Новые звезды постоянно образуются, а старые постоянно умирают.

 Самые молодые, которые называются звездами типа Т Тельца (по одной из звезд в созвездии Тельца), похожи на Солнце, но гораздо моложе его. Фактически они все еще находятся в процессе формирования и являются примерами протозвезд (первичных звезд).

 Это переменные звезды, их светимость меняется, поскольку они еще не вышли на стационарный режим существования. Вокруг многих звезд типа Т Тельца имеются вращающиеся диски вещества; от таких звезд исходят мощные ветры. Энергия вещества, которое падает на протозвезду под действием силы тяготения, превращается в тепло. В результате температура внутри протозвезды все время повышается. Когда центральная ее часть становится настолько горячей, что начинается ядерный синтез, протозвезда превращается в нормальную звезду. Как только начинаются ядерные реакции, у звезды появляется источник энергии, способный поддерживать ее существование в течение очень долгого времени. Насколько долгого - это зависит от размера звезды в начале этого процесса, но у звезды размером с наше Солнце топлива хватит на стабильное существование в течение примерно 10 миллиардов лет.

 Однако случается, что звезды, гораздо более массивные, чем Солнце, существуют всего несколько миллионов лет; причина в том, что они сжимают свое ядерное топливо с гораздо большей скоростью.

Нормальные звезды

 Все звезды в основе своей похожи на наше Солнце: это огромные шары очень горячего светящегося газа, в самой глубине которых вырабатывается ядерная энергия. Но не все звезды в точности такие, как Солнце. Самое явное различие - это цвет. Есть звезды красноватые или голубоватые, а не желтые.

 Кроме того, звезды различаются и по яркости, и по блеску. Насколько яркой выглядит звезда в небе, зависит не только от ее истинной светимости, но также и от расстояния, отделяющего ее от нас. С учетом расстояний, яркость звезд меняется в широком диапазоне: от одной десятитысячной яркости Солнца до яркости более чем миллиона Солнц. Подавляющее большинство звезд, как оказалось, располагается ближе к тусклому краю этой шкалы. Солнце, которое во многих отношениях является типичной звездой, обладает гораздо большей светимостью, чем большинство других звезд. Невооруженным глазом можно увидеть очень небольшое количество слабых по своей природе звезд. В созвездиях нашего неба главное внимание привлекают к себе “сигнальные огни” необычных звезд, тех, что обладают очень большой светимостью.

 Почему же звезды так сильно различаются по своей яркости ? Оказывается, тут все зависит от массы звезды.

 Количество вещества, содержащееся в конкретной звезде, определяет ее цвет и блеск, а также то, как блеск меняется во времени.

Гиганты и карлики

Самые массивные звезды одновременно и самые горячие, и самые яркие. Выглядят они белыми или голубоватыми. Несмотря на свои огромные размеры, эти звезды производят такое колоссальное количество энергии, что все их запасы ядерного топлива перегорают за какие-нибудь несколько миллионов лет.

 В противоположность им звезды, обладающие небольшой массой, всегда неярки, а цвет их - красноватый. Они могут существовать в течение долгих миллиардов лет.

 Однако среди очень ярких звезд в нашем небе есть красные и оранжевые. К ним относятся и Альдебаран - глаз быка в созвездии Телец, и Антарес в Скорпионе. Как же могут эти холодные эвезды со слабо светящимися поверхностями соперничать с раскаленными добела звездами типа Сириуса и Веги?

Ответ состоит в том, что эти эвезды очень сильно расширились и теперь по размеру намного превосходят нормальные красные звезды. По этой причине их называют гигантами, или даже сверхгигантами.

 Благодаря огромной площади поверхности, гиганты излучают неизмеримо больше энергии, чем нормальные звезды вроде Солнца, несмотря на то что температура их поверхности значительно ниже. Диаметр красного сверхгиганта - например, Бетельгейзе в Орионе - в несколько сот раз превосходит диаметр Солнца. Напротив, размер нормальной красной звезды, как правило, не превосходит одной десятой размера

 Солнца. По контрасту с гигантами их называют “карликами”. Гигантами и карликами звезды бывают на разцых стадиях своей жизни, и гигант может в конце концов превратиться в карлика, достигнув “пожилого возраста”.

ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ ЗВЕЗДЫ

Обычная звезда, такая, как Солнце, выделяет знергию за счет превращения водорода в гелий в ядерной печи, находящейся в самой ее сердцевине. Солнце содержит огромное количество водорода, однако запасы его не бесконечны. За последние 5 миллиардов лет Со лнце уже израсходовало половину водородного топлива и сможет поддерживать свое существование в течение еще 5 миллиардов лет, прежде чем запасы водорода в его ядре иссякнут. А что потом?

 После того как звезда израсходует водород, содержащийся в центральной ее части, внутри звезды происходят крупные перемены. Водород начинает перегорать не в центре, а в оболочке, которая увеличивается в размере, разбухает. В результате размер самой звез ды резко возрастает, а температура ее поверхности падает. Именно этот процесс и рождает красных гигаитов и сверх-гигантов. Оп является частыо той нослсдовательности изменений, которая называется звездной эволюцией и которую проходят все звезды. В конечном итоге все звезды стареют и умирают, но продолжительность каждой отдельной звезды определяется ее массой. Массивные звезды проносятся через свой жизненный цикл, заканчивая его эффектным взрывом.

 Звезды более скромных размеров, включая и Солнце, наоборот, в конце жизни сжимаются, превращаясь в белые карлики.

 После чего они просто угасают.

 В процессе превращеиия из красного гиганта в белый карлик звезда может сбросить свои наружные слои, как легкую оболочку, обнажив при этом ядро. Газовая оболочка ярко светится под действием мощного излучения звезды, температура которой на поверхности может достигать 100 000"С. Когда такие светящиеся газовые пузыри были впервые обнаружены, они были названы планетарными туманностями, посколку они часто выглядят как круги типа планетного диска, если пользоваться маленьким телескопом. На самом же деле они, конечно, ничего общего с планетами не имеют!

ЗВЕЗДНЫЕ СКОПЛЕНИЯ

По-видимому, почти все звезды рождаются группами, а не по отдельности. Поэтому нет ничего удивительного в том, что звездные скопления - вещь весьма распространенная. Астрономы любят изучать звездные скопления, потому что им известно, что все звезды, входяшие в скопление, образовались примерно в одно и то же время и приблизительно на одинаковом расстоянии от нас. Любые заметные различия в блеске между такими звездами являются истинными различиями. Какие бы коллосальные изменения ни претерпели эти звезды с течением времени, начинали они все одновременно. Особенно полезно изучение звездных скоплений с точки зрения зависимости их свойств от массы - ведь возраст этих звезд и их расстояние от Земли примерно одинаковы, так что отличаются они друг от друга только своей массой.

 Звездные скопления интересны не только для научного изучения - они исключительно красивы как объекты для фотографирования и для наблюдения астрономами-любителями. Есть два типа звеэдных скоплений: открытые и шаровые. Эти названия связаны с их внешним видом. В открытом скоплении каждая звезда видна отдельно, они распределены на некотором участке неба более или менее равномерно. А шаровые скопления, наоборот, представляют собой как бы сферу, столь плотно заполненную звездами, что в ее центре отдельные звезды неразличимы.

Открытые звездные скопления

Наверное, самым знаменитым открытым звездным скоплением являются Плеяды, или Семь сестер, в созвездии Тельца. Несмотря на такое название, большинство людей может разглядеть без помощи телескопа лишь шесть звезд. Общее количество звезд в этом скоплении - где-то между 300 и 500, и все они находятся на участке размером в 30 световых лет в поперечнике и на расстоянии 400 световых лет от нас.

 Возраст этого скопления - всего 50 миллионов лет, что по астрономическим стандартам совсем немного, и содержит оно очень массивные светящиеся звезды, которые не успели еще превратиться в гиганты. Плеяды - это типичное открытое звездное скопление; обычно в такое скопление входит от нескольких сотен до нескольких тысяч звезд.

 Среди открытых звездных скоплений гораздо больше молодых, чем старых, а самые старые едва ли насчитывают более 100 миллионов лет. Считается, что скорость, с которой они образуются, с течением времени не меняется.

 Дело в Том, что в более старых скоплениях звезды постепенно отдаляются друг от друга, пока не смешаются с основным множеством звезд - тех самых, тысячи которых предстают перед нами в ночном небе. Хотя тяготение до некоторой степени удерживает открытые скопления вместе, они все же довольно непрочны, и тяготение другого объекта, например большого межзвездного облака, может их разорвать.

 Некоторые звездные группы на столько слабо удерживаются вместе, что их называют не скоплениями, а звездными ассоциациями. Они существуют не очень долго и обычно состоят из очень молодых звезд вблизи межзвездных облаков, из которых они возникли. В звездную ассоциацию входит от 10 до 100 звезд, разбросанных в области размером в несколько сотен световых лет.

 Облака, в которых образуются звезды, сконцеитрированы в диске нашей Галактики, и именно там обнаруживают открытые звездные скопления. Если учесть, как много облаков содержится в Млечном Пути и какое огромное количество пыли находится в межзвездном пространстве, то станет очевидным, что те 1200 открытых звездных скоплений, о которых мы знаем, должны составлять лишь ничтожную часть всего их числа в Галактике. Возможно, их общее количество достигает 100 000.

Шаровые звездные скопления

В противоположность открытым, шаровые скопления представляют собой сферы, плотно заполненные звездами, которых там насчитываются сотни тысяч и даже миллионы. Звезды в этих скоплениях расположены так густо, что, если бы наше Солнце принадлежало к какому-нибудь шаровому скоплению, мы могли бы видеть в ночном небе невооруженным глазом более миллиона отдельных звезд. Размер типичного шарового скопления - от 20 до 400 световых лет.

 В плотно набитых центрах этих скоплений звезды находятся в такой близости одна к другой, что взаимное тяготение связывает их друг с другом, образуя компактные двойные звезды.

 Иногда происходит даже полное слияние звезд; при тесном сближении наружные слои звезды могут разрушиться, выставляя на прямое обозрение центральное ядро. В шаровых скоплениях двойные звезды встречаются в 100 раз чаще, чем где-либо еще. Некоторые из этих двойняшек являются источниками рентгеновского излучения.

 Вокруг нашей Галактики мы знаем около 200 шаровых звездных скоплений, которые распределены по всему огромному шарообразному гало, заключающему в себе Галактику. Все эти скопления очень стары, и возникли они более или менее в то же время, что и сама Галактика: от 10 до 15 миллиардов лет назад. Похоже на то, что скопления образовались, когда части облака, из которого была создана Галактика, разделились на более мелкие фрагменты. Шаровые скопления не расходятся, потому что звезды в них сидят очень тесно, и их мощные взаимные силы тяготения связывают скопление в плотное единое целое.

 Шаровые звездные скопления наблюдаются не только вокруг нашей Галактики, но и вокруг других галактик любого сорта. Самое яркое шаровое скопление, легко видимое невооруженным глазом, это Омега Кентавра в южном созвездии Кентавр. Оно находится на расстоянии 16 500 световых лет от Солнца и является самым обширным из всех известных скоплений:

 его диаметр - 620 световых лет. Самым ярким шаровым скоплением северного полушария является М13 в Геркулесе, его с трудом, но все же можно различить невооруженным глазом.

В 1596 г. голландский наблюдатель звезд, любитель, по имени Давид Фабрициус (1564-1617), обнаружил довольно яркую звезду в созвездии Кита; звезда эта постепенно стала тускнеть и через несколько недель вообще исчезла из виду. Фабрициус был первым, кто описал наблюдение переменной звезды.

 Эта звезда получила название Мира - чудесная. За период времени в 332 дня Мира изменяет свой блеск от приблизительно 2-й звездной величины (на уровне Полярной звезды) до 10-й звездной величины, когда она становится гораздо более слабой, чем необходимо для наблюдения невооруженным глазом. В наши дни известны многие тысячи переменных звезд, хотя большинство из них меняет свой блеск не столь драматично, как Мира.

Существуют различные причины, по которым звезды меняют свой блеск. Причем блеск иногда изменяется на много световых величин, а иногда так незначительно, что это изменение можно обнаружить лишь с помощью очень чувствительных приборов. Некоторые звезды меняются регулярным.

 Другие - неожиданно гаснут или внезапно вспыхивают. Перемены могут происходить циклично, с периодом в несколько лет, а могут случаться в считанные секунды. Чтобы понять, почему та или иная звезда является переменной, необходимо сначала точно проследить, каким образом она меняется. График изменения звездной величины переменной звезды называется кривой блеска, Чтобы начертить кривую блеска, измерения блеска следует проводить регулярно. Для точного измерения звездных величин профессиональные астрономы используют прибор, называемый фотометром, многочисленные наблюдения переменных звезд производятся астрономами-любителями. С помощыо специально подготовленной карты и после некоторой практики не так уж сложно судить о звездной величине перемеиной звезды прямо на глаз, если сравнивать ее с постоянными звездами, расположенными рядом.

 Графики блеска переменных звеэд показывают, что некоторые звезды мсняются регулярным (правильным) образом - участок их графика на отрезке времеии определенной длины (периоде) повторяется снова и снова. Другие же звезды меняются совершенно непредсказуемо. Кпиравильным переменным звездам относят пульсирующие звезды и двойные звезды. Количество света меняется оттого, что звезды пульсируют или выбрасывают облака вещества. Но есть другая группа переменных звезд, которые являются двойными (бинарными). Когда мы видим изменение блеска бинарных звезд, это означает, что произошло одно из нескольких возможпых явлений. Обе звезды могут оказаться на линии нашего зрения, так как, двигаясь по своим орбитам, они могут проходить прямо одна перед другой. Подобные системы называются затменно-двойными звездами. Самый знаменитый пример такого рода - звезда Алголь в созвездии Персея. В тесно расположенной паре материал может устремляться с одной звезды на другую, нередко вызывая драматические последствия.

ПУЛЬСИРУЮЩИЕ ПЕРЕМЕННЫЕ ЗВЕЗДЫ

Некоторые из наиболее правильных переменных звезд пульсируют, сжимаясь и снова увеличиваясь - как бы вибрируют с определенной частотой, примерно так, как это происходит со струной музыкального инструмента. Наиболее известный тип подобных звезд - цефеиды, названные так но звезде Дельта Цефея, представляющей собой типичный пример. Это звезды сверхгиганты, их масса превосходит массу Солнца в 3 - 10 раз, а светимость их в сотни и даже тысячи раз выше, чем у Солнца. Период пульсации цефеид измеряется днями. В процессе пульсации цефеиды как площадь, так и температура ее поверхности изменяются, что вызывает общее изменение ее блеска.

 Мира, первая из описанных переменных звезд, и другие подобные ей звезды обязаны своей переменностью пульсациям. Это холодные красные гиганты в последней стадии своего существо вания, они вот-вот полностыо сбросят, как скорлупу, свои наружные слои и создадут планетарную туманность. Большинство красных сверхгигантов, подобных Бетельгейзе в Орионе, изменяются лишь в некоторых пределах.

 Используя для наблюдений специальную технику, астрономы обнаружили на поверхности Бетельгейзе большие темные пятна.

 Звезды типа RR Лиры представляют другую важную группу пульсирующих звезд. Это старые звезды примерно такой же массы, как Солнце. Многие из них находятся в шаровых звездных скоплениях. Как правило, они меняют свой блеск на одну звездную величину приблизительно за сутки, их свойства, как и свойства цефеид, используют для вычисления астрономических расстояний.

 Неправильные переменные звезды

 R Северной Короны и звезды, подобные ей, ведут себя совершенно непредсказуемым образом. Обычно эту звезду можно разглядеть невооруженным глазом. Каждые несколько лет ее блеск падает примерно до восьмой звездной величины, а затем постепенно растет, возвращаясь к прежнему уровню. Повидимому, причина тут в том, что эта звезда-сверхгигант сбрасывает с себя облака углерода, который конденсируется в крупинки, образуя нечто вроде сажи. Если одно из этих густых черных облаков проходит между нами и звездой, оно заслоняет свет звезды, пока облако не рассеется в пространстве.

 Звезды этого типа производят густую пыль, что имеет немаловажное значение в областях, где образуются звезды.

ВСПЫХИВАЮЩИЕ И ДВОЙНЫЕ ЗВЕЗДЫ

Вспыхивающие звезды

 Магнитные явления на Солнце являются причиной солнечных пятен и солнечных вспышек, но они не могут существепно повлиять на яркость Солнца. Для некоторых звезд - красных карликов - это не так: на них подобные вспышки достигают громадных масштабов, и в результате световое излучение может возрастать на целую звездную величину, а то и больше. Ближайшая к Солнцу звезда, Проксима Кентавра, является одной из таких вспыхивающих звезд. Эти световые выбросы нельзя предсказать заранее, а продолжаются они всего несколько минут.

Двойные звезды

 Примерно половина всех звезд нашей Галактики принадлежит к двойным системам, так что двойные звезды, вращающиеся по орбитам одна вокруг другой, явление весьма распространенное.

 Принадлежность к двойной системе очень сильно влияет на всю жизнь звезды, особенно когда напарники находятся близко друг к другу. Потоки вещества, устремляющиеся от одной звезды на другую, приводят к драматическим вспышкам, таким, как взрывы новых и сверхновых звезд.

 Двойные звезды удерживаются вместе взаимным тяготением. Обе звезды двойной системы вращаются по эллиптическим орбитам вокруг некоторой точки, лежащей между ними и называемой центром гравитации этих звезд. Это можно представить себе как точку опоры, если вообразить звезды сидящими на детских качелях: каждая на своем конце доски, положенной на бревно. Чем дальше звезды друг от друга, тем дольше длятся их пути по орбитам. Большинство двойных звезд (или просто - двойных) слишком близки друг к другу, чтобы их можно было различить по отдельности даже в самые мощные телескопы. Если расстояние между партнерами достаточно велико, орбитальный период может измеряться годами, а иногда целым столетием или даже болше. Двойные звезды, которые можно увидеть раздельно, называются видимыми двойными.

Открытие двойных звезд

 Чаще всего двойные звезды определяются либо по необычному движению более яркой из двух, либо по их совместному спектру. Если какая-нибудь звезда совершает на небе регулярные колебания, это означает, что у нее есть невидимый партнер. Тогда говорят, что это астрометрическая двойная звезда, обнаруженная с помощью измерений ее положения. Спектроскопические двойные звезды обнаруживают по изменениям и особым характеристикам их спектров, Спектр обыкновенной звезды, вроде Солнца, подобен непрерывной радуге, пересеченной многочисленными узкими щелями - так называемыми линиями поглощепия. Точные цвета, на которых расположены эти линии, изменяются, если звезда движется к нам или от нас. Это явление называется эффектом Допплера. Когда звезды двойной системы движутся по своим орбитам, они попеременно то приближаются к нам, то удаляются. В результате лииии их спектров перемещаются на некотором участке радуги. Такие подвижные линии спектра говорят о том, что звезда двойная. Если оба участника двойной системы имеют примерно одинаковый блеск, в спектре можно увидеть два набора линий. Если одна из звезд гораздо ярче другой, ее свет будет доминировать, но регулярное смещение спектральных линий все равно выдаст ее истинную двойную природу.

Измеренне скоростей звезд двойной системы и применение законного тяготения представляют собой важный метод определения масс звезд. Изучение двойных звезд - это единственный прямой способ вычисления звездных масс. Тем не менее в каждом конкретном случае не так просто получить точный ответ.

Тесные двойные звезды

В системе близко расположенных двойных звезд взаимные силы тяготения стремятся растянуть каждую из них, придать ей форму груши. Если тяготение достаточно сильно, наступает критический момент, когда вещество начинает утекать с одной звезды и падать на другую. Вокруг этих двух звезд имеется некоторая область в форме трехмерной восьмерки, поверхность которой представляет собой критическую границу. Эти две грушеобразные фигуры, каждая вокруг своей звезды, называются полостями Роша. Если одна из звезд вырастает настолько, что заполняет свою полость Роша, то вещество с нее устремляется на другую звезду в той точке, где полости соприкасаются. Часто звездный материал не опускается прямо на звезду, а сначала закручивается вихрем, образуя так называемый аккреционный диск. Если обе звезды настолько расширились, что заполнили свои полости Роша, то возникает контактная двойная звезда. Материал обеих звезд перемешивается и сливается в шар вокруг двух звездных ядер. Поскольку в конечном счете все звезды разбухают, превращаясь в гиганты, а многие звезды являются двойными, то взаимодействуюшие двойные системы - явление нередкое.

 Одним из поразительных результатов переноса массы в двойных звездах является так называемая вспышка новой.

 Одна звезда расширяется так, что заполняет свою полость Роша; это означает раздувание наружных слоев звезды до того момента, когда ее материал начнет захватываться другой звездой, подчиняясь ее тяготению. Эта вторая звезда - белый карлик. Внезапно блеск увеличивается примерно на десять звездных величин - вспыхивает новая. Происходит не что иное, как гигантский выброс энергии за очень короткое время, мощный ядерный взрыв на поверхности белого карлика. Когда материал с раздувшейся звезды устремляется к карлику, давление в низвергающемся потоке материи резко возрастает, а температура под новым слоем увеличивается до миллиона градусов. Наблюдались случаи, когда через десятки или сотни лет вспышки новых повторялись. Другие взрывы наблюдались лишь однжды, но они могут повториться через тысячи лет. На звездах иного типа происходят менее драматические вспышки - карликовые новые, - повторяющиеся через дни и месяцы.

Когда ядерное топливо звезды оказывается израсходованным и в ее глубинах прекращается выработка энергии, звезда начинает сжиматься к центру. Сила тяготения, направленная внутрь, больше не уравновешивается выталкивающей силой горячего газа.

 Дальнейшее развитие событий зависит от массы сжимающегося материала. Если эта масса не превосходит солнечную более чем в 1,4 раза, звезда стабилизируется, становясь белым карликом. Катастрофического сжатия не происходит благодаря основному свойству электронов. Существует такая степень сжатия, при которой они начинают отталкиваться, хотя никакого источника тепловой энергии уже нет. Правда, это происходит лишь тогда, когда электроны и атомные ядра сжаты невероятно сильно, образуя чрезвычайно плотную материю.

Белый карлик с массой Солнца по объему приблизительно равен Земле.

 Всего лишь чашка вещества белого карлика весила бы на Земле сотню тонн. Любопытно, что чем массивнее белые карлики, тем меньше их объем. Что представляет собой внутренность белого карлика, вообразить очень трудно. Скорее всего это нечто вроде единого гигантского кристалла, который постепенно остывает, становясь все более тусклым и красным. В действительности, хотя астрономы белыми карликами называют целую группу звезд, лишь самые горячие из них, с температурой поверхности около 10 000 С, на самом деле белые. В конечном итоге каждый белый карлик превратится в темный шар радиоактивного пепла абсолютно мертвые останки звезды. Белые карлики настолько малы, что даже наиболее горячие из них испускают совсем немного света, и обнаружить их бывает нелегко. Тем не менее количество известных белых карликов сейчас исчисляется сотнями; по оценкам астрономов, не менее десятой части всех звезд Галактики - белые карлики. Сириус, самая яркая звезда нашего неба, является членом двойной системы, и его напарник - белый карлик под названием Сириус В.

НЕЙТРОННЫЕ ЗВЕЗДЫ

 Если масса сжимающейся звезды превосходит массу Солнца более чем в 1,4 раза, то такая звезда, достигнув стадии белого карлика, на этом не остановится. Гравитационные силы в этом случае столь велики, что электроны вдавливаются внутрь атомных ядер. В результате протоны превращаются в нейтроны, способные прилегать друг к другу без всяких промежутков. Плотность иейтронных звезд превосходит даже плотность белых карликов; но если масса материала не превосходит 3 солнечных масс, нейтроны, как и электроны, способны сами предотвратить дальнейшее сжатие. Типичная нйтронная звезда имеет в поперечникс всего лишь от 10 до 15 км, а один кубический сантиметр ее вещества весит около миллиарда тонн. Помимо неслыханно громадной плотности, нейтронные звезды обладают еще двумя особыми свойствами, которые позволяют их обнаружить, невзирая на столь малые размеры: это быстрое вращение и сильное магнитное поле. В общем, вращаются все звезды, но когда звезда сжимается, скорость ее вращения возрастает - точно так же, как фигурист на льду вращается гораздо быстрее, когда прижимает к себе руки. Нейтронная звезда совершает несколько оборотов в секунду. Наряду с этим исключительно быстрым вращением, нейтронные звезды имеют магнитное поле, в миллионы раз более сильное, чем у Земли.

ПУЛЬСАРЫ

Первыс пульсары были открыты в 1968 г., когда радиоастрономы обнаружили регулярные сигналы, идущие к нам из четырех точек Галактики. Ученые были поражены тем фактом, что какие-то природные объекты могут излучать радиоимпульсы в таком правильном и быстром ритме. Вначале (правда, ненадолго) астрономы заподозрили участие неких мыслящих существ, обитаюших в глубинах Галактики. Но вскоре было найдено естественное объяснение. В мощном магнитном поле нейтронной звезды движущиеся по спирали электроны генерируют радиоволны, которые излучаются узким пучком, как луч прожектора. Звезда быстро вращается, и радиолуч пересекает линию нашего наблюдения, словно маяк. Некоторые пульсары излучают не только радиоволны, но и световые, рентгеновские и гамма-лучи. Период самых медленных пульсаров около четырех секунд, а самых быстрых - тысячные доли секунды. Вращение этих нейтронных звезд было по каким-то причинам еще более ускорено; возможно, они входят в двойные системы.

РЕНТГЕНОВСКИЕ ДВОЙНЫЕ ЗВЕЗДЫ

 В Галактике найдено, по крайней мере, 100 мощных источников рентгеновского излучения. Рентгеновские лучи обладают настолько большой энергией, что для возникновения их источника должно произойти нечто из ряда вон выходящее. По мнению астрономов, причиной рентгеновского излучения могла бы служить материя, падающая на поверхность маленькой нейтронной звезды.

Возможно, рентгеновские источники представляют собой двойные звезды, одна из которых очень маленькая, но массивная; это может быть нейтронная звезда, белый карлик или черная дыра. Звезда-компаньон может быть либо массивиой звездой, масса которой превосходит солнечную в 10 - 20 раз, либо иметь массу, превосходящую массу Солнца не более чем вдвое. Промежуточные варианты представляются крайне маловероятными. К таким ситуациям приводит сложная история эволюции и обмен массами в двойных системах, Финальный результат зависит от начальных масс и начального расстояния между звездами.

 В двойных системах с небольшими массами вокруг нейтронной звезды образуется газовый диск. В случае же систем с болшими массами материал устремлется прямо в нейтронную звезду - ее магнитное поле засасывает его, как в воронку. Именно такие системы часто оказываются рентгеновскими пульсарами.

НОВЫЕ И СВЕРХНОВЫЕ ЗВЕЗДЫ

При вспышках новых звезд выделяется энергия до 105380 Дж. Те звезды, которые неудачно называют новыми на самом деле существуют и до вспышки. Это горячие карликовые звезды, которые вдруг за короткий срок (от суток до ста дней) увеличивают свою светимость на много звездных величин, после чего медленно, иногда на протяжении многих лет, возвращаются к своему первоначальному состоянию. При вспышках новых звезд из их атмосфер со скоростью 1000 км/с выбрасываются внешние газовые оболочки массой в тысячи раз меньшей масс Солнца. Ежегодно в галактике вспыхивает не менее 200 новых звезд,но из них мы замечаем лишь 2/3. Установлено, что новые звезды - горячие звезды в тесных двойных системах, где вторая звезда гораздо холоднее первой. Именно двойственность и является в конечном счете причиной вспышки новой звезды. В тесных двойных системах происходит обмен газовым веществом между компонентами. Если на горячую звезду при этом попадает большое количество водорода со второй звезды, это приводит к мощному взрыву, и на Земле наблюдатели регистрируют вспышку новой звезды. Трудно, почти невозможно представить себе энергию, выделяющуюся при вспышках, или, точнее, взрывах сверхновых звезд. За несколько месяцев сверхновая звезда излучает в пространство столько же энергии (10 543 0Дж), сколько Солнце за несколько миллиардов лет. Причины взрывов сверхновых звезд достоверно не известны, однако скорее всего они происходят потому, что в процессе излучения со звезды уходит громадное количество нейтронов и она теряет устойчивость. До взрыва ядро сверхновой звезды имеет плотность 10 510 0 кг/м 53 0 и температуру в несколько миллиардов кельвинов. После резкой утечки нейтринов звезда за несколько сотых долей секунды спадает внутрь себя. Ее ядро приобретает плотность 10 517 0 кг/м 53 0 и температуру порядка 200 млрд. кельвинов. В оболочке, окружающей ядро, возникает взрывная реакция выгорания углерода и кислорода. Мощнейшая взрывная волна срывает внешние оболочки звезды, и в этот момент мы видим вспышку сверхновой. Итог вспышки зависит от первоначальной массы звезды. Если до взрыва звезда имела массу от 1,2 до 2 масс Солнца, то после взрыва она превращается в нейтронную звезду. Существование таких объектов было предсказано еще в 1934 г. Они состоят из нейтронов, в которые преобразуются протоны и ядра всех более тяжелых элементов. Поперечники нейтронных звезд так малы (порядка 20 км), что любая из них свободно разместилась бы на территории Москвы. Теоретические расчеты показывают, что нейтронные звезды должны очень быстро вращаться вокруг оси и обладать мощным магнитным полем. В другом случае, когда масса звезды более чем вдвое превышает солнечную массу, в результате взрыва звезда превращается в черную дыру или коллапсар.

РАЗМЕРЫ ЗВЕЗД И ПЛОТНОСТЬ ИХ ВЕЩЕСТВ

 Рассмотрим на простом примере как можно сравнить размеры звезд одинаковой температуры, например Солнца и Капеллы. Эти звезды имеют одинаковые спектры, цвет и температуру, но светимость Капеллы в 120 раз превышает светимость Солнца. Так как при одинаковой температуре яркость единицы поверхности звезд тоже одинакова, то, значит, поверхность Капеллы больше, чем Солнца в 120 раз, а диаметр и радиус ее больше солнечных в корень квадратный из 120, что приближенно равно 11раз.

 Определить размеры других звезд позволяет знание законов излучения. Результаты таких вычислений полностью подтвердились, когда стало возможным измерять угловые диаметра звезд при помощи оптического прибора- звездного интерферометра.

 Звезды очень большой светимости называются сверхгигантами. Красные сверхгиганты называются такими и по размерам. Бетельгейзе и Антарес в сотни раз больше Солнца по диаметру. Более далекая от нас VV Цефея настолько велика, что в ней поместилась бы Солнечная система с орбитами планет до орбиты Юпитера включительно !!! Между тем массы сверхгигантов больше солнечной всего лишь в 30-40 раз. В результате даже средняя плотность сверхгигантов в тысячи раз меньше чем плотность ком-

натного воздуха.

 При одинаковой светимости размеры звезд тем меньше, чем эти звезды горячее. Самыми малыми среди обычных звезд являются красные карлики. Массы их и радиусы - десятые доли солнечных, а средние плотности в 10-100 раз выше плотности воды. Еще меньше красных белые карлики - но то уже необычные звезды.

 У близкого к нам и яркого Сириуса ( имеющего радиус вдвое больше солнечного ) есть спутник, обращающийся вокруг него с периодом 50 лет. Для этой двойной звезды расстояние, орбита и массы хорошо известны. Обе звезды белые, почти одинаково горячие. Следовательно, поверхности одинаковой площади излучают у этих звезд одинаковое кол-во энергии, но по светимости спутник в 10 000 раз слабее, чем Сириус. Значит, его радиус меньше в 100 раз, т.е. он почти такой же как Земля. Между тем масса у него почти такая же как и у Солнца. Следовательно белый карлик имеет огромную плотность - около 10 59 0 кг/м 53 0. Существование газа такой плотности было объяснено таким образом : обычно предел плотности ставит размер атомов, являющихся системами, состоящими из ядра и электронной оболочки. При очень высокой температуре в недрах звезд и при полной ионизации атомов их ядра и электроны становятся независимыми друг от друга. При колоссальном давление вышележащих слоев это "крошево" из частиц может быть сжато гораздо сильнее, чем нейтральный газ.

теоретически допускается возможность существования при некоторых условиях звезд с плотностью, равной плотности атомных ядер.

 На примере белых карликов мы видим как астрофизические исследования расширяют представление о строении вещества ; пока такие условия в лаборатории создать невозможно. Поэтому астрономические наблюдения помогают развитию важнейших физических представлений.

ВСЕЛЕННАЯ

Больше всего на свете - сама Вселенная, охватывающая и включающая в себя все планеты, звёзды, галактики, скопления, сверхскопления и ячейки. Дальность действия современных телескопов достигает нескольких миллиардов световых лет.

Планеты, звёзды, галактики поражают нас удивительным разнообразием своих свойств, сложностью строения. А как устроена вся Вселенная, Вселенная в целом ?

Её главное свойство - однородность. Об этом можно сказать и точнее. Представим себе, что мы мысленно выделили во Вселенной очень большой кубический объем, с ребром в 500 миллионов световых лет. Подсчитаем, сколько в нем галактик. Произведём такие же подсчёты для других, но столь же гигантских объемов, расположенных в различных частях Вселенной. Если все это проделать и сравнить результаты, то окажется, что в каждом из них, где бы их ни брать, содержится одинаковое число галактик. То же самое будет и при подсчёте скоплений или даже ячеек.

Вселенная предстаёт перед нами всюду одинаковой - «сплошной» и однородной. Проще устройства и не придумать. Нужно сказать, что об этом люди уже давно подозревали. Указывая из соображений максимальной простоты устройства на общую однородность мира, замечательный мыслитель Паскаль (1623-1662) говорил, что мир - это круг, центр которого везде, а окружность нигде. Так с помощью наглядного геометрического образа он утверждал однородность мира.

В однородном мире все «места» равноправны и любое из них может претендовать на, что оно - Центр мира. А если так, то, значит, никакого центра мира вовсе не существует.

У Вселенной есть и ещё одно важнейшее свойство, но о нем никогда даже и не догадывались. Вселенная находиться в движении - она расширяется. Расстояние между скоплениями и сверхскоплениями постоянно возрастает. Они как бы разбегаются друг от друга. А сеть ячеистой структуры растягивается.

Во все времена люди предпочитали считать Вселенную вечной и неизменной. Эта точка зрения господствовала вплоть до 20-х годов нашего века. В то время считалось, что она ограничена размерами нашей Галактики. Пути могут рождаться и умирать, Галактика все равно остается все той же, как неизменным остается лес, в котором поколение за поколением сменяются деревья.

Настоящий переворот в науке о Вселенной произвели в 1922 - 1924 годах работы ленинградского математика и физика А. Фридмана. Опираясь на только что созданную тогда А. Эйнштейном общую теорию относительности, он математически доказал, что мир - это не нечто застывшее и неизменное. Как единое целое он живет своей динамической жизнью, изменяется во времени, расширяясь или сжимаясь по строго определённым законам.

Фридман открыл подвижность звёздной Вселенной. Это было теоретическое предсказание, а выбор между расширением и сжатием нужно сделать на основании астрономических наблюдений. Такие наблюдения в 1928 - 1929 годах удалось проделать Хабблу, известному уже нам исследователю галактик.

Он обнаружил, что далёкие галактики и целые их коллективы движутся, удаляясь от нас во все стороны. Но так и должно выглядеть, в соответствии с предсказаниями Фридмана, общее расширение Вселенной.

Конечно, это не означает, что галактики разбегаются именно от нас. Иначе мы вернулись бы к старым воззрениям, к докоперниковой картине мира с Землёй в центре. В действительности общее расширение Вселенной происходит так, что все они удаляются друг от друга, и из любого места картина этого разбегания выглядит так, как мы видим её с нашей планеты.

Если Вселенная расширяется, то, значит, в далёком прошлом скопления были ближе друг к другу. Более того: из теории Фридмана следует, что пятнадцать - двадцать миллиардов лет назад ни звёзд, ни галактик ещё не было и всё вещество было перемешано и сжато до колоссальной плотности. Это вещество было тогда и немыслимо горячим. Из такого особого состояния и началось общее расширение, которое привело со временем к образованию Вселенной, какой мы видим и знаем её сейчас.

Общие представления о строении Вселенной складывались на протяжении всей истории астрономии. Однако только в нашем веке смогла появиться современная наука о строении и эволюции Вселенной - космология.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Мы знаем строение Вселенной в огромном объеме пространства, для пересечения которого свету требуются миллиарды лет. Но пытливая мысль человека стремится проникнуть дальше. Что лежит за границами наблюдаемой области мира ? Бесконечна ли Вселенная по объему ? И её расширение - почему оно началось и будет ли оно всегда продолжаться в будущем ? А каково происхождение «скрытой» массы ? И наконец, как зародилась разумная жизнь во Вселенной ?

Есть ли она ещё где-нибудь кроме нашей планеты ? Окончательные и полные ответы на эти вопросы пока отсутствуют.

Вселенная неисчерпаема. Неутомима и жажда знания, заставляющая людей задавать всё новые и новые вопросы о мире и настойчиво искать ответы на них.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Космос: Сборник. “Научно - популярная литература” (Сост. Ю. И. Коптев и С. А. Никитин; Вступ. ст. академика Ю. А. Осипьяна; Оформл. и макет В. Итальянцева; Рис. Е. Азанова, Н. Котляровского, В. Цикоты. - Л.: Дет. лит.,1987. - 223 с., ил.)

И. А. Климишин. “Астрономия наших дней” - М.: «Наука».,1976. - 453 с.

А. Н. Томилин. “Небо Земли. Очерки по истории астрономии” (Научный редактор и автор предисловия доктор физико-математических наук К. Ф. Огородников. Рис. Т. Оболенской и Б. Стародубцева. Л., «Дет. лит.», 1974. - 334 с., ил.)

“Энциклопедический словарь юного астронома” (Сост. Н. П. Ерпылев. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Педагогика, 1986. - 336с., ил.)