

## РАССКАЗ О ТОМ, КАК РОЖДАЮТСЯ И УМИРАЮТ ЗВЕЗДЫ

Сая Рам и теплые приветствия всем читателям. Надеюсь, вам нравится наше путешествие. В прошлый раз я немного рассказал вам о рождении Вселенной. Сегодня я хочу вам рассказать о том, как рождаются и умирают звезды. Жизнь звезд не похожа на нашу, однако у них тоже есть начало и конец. Это может казаться невероятным, но звезды перевоплощаются подобно людям! Нам предстоит провести удивительное исследование.

### **В самом начале...**

В Библии сказано, что человеческий род произошел от Адама и Евы. Точно так же, в первую очередь мы должны обсудить, как во Вселенной появились первые звезды. Для этой цели, нам следует вернуться назад к моменту рождения Вселенной, который называется Большим взрывом. Пока я не буду рассказывать о сложной череде событий, которая произошла в течение первой секунды после Большого взрыва. Эта первая секунда чрезвычайно важна, но для наших исследований лучше начать с событий, которые произошли позже. Итак, как же выглядела Вселенная, когда её возраст был равен одной секунде?

Сначала поговорим о размерах новорожденной Вселенной. В возрасте одной секунды радиус Вселенной был равен приблизительно десяти миллиардам километров (т.е. одна тысячная светового года). Для сравнения скажу, что расстояние от Плутона до Солнца приблизительно равно шести миллиардам километров. Размер современной Вселенной приблизительно равен пятнадцати миллиардам световых лет. Напомню вам, что один световой год – это десять триллионов километров (один триллион равен  $10^{12}$ ). Поэтому сегодня радиус Вселенной равен расстоянию в десять триллионов километров умноженные на пятнадцать миллиардов километров! Поразительно, не правда ли? В первую секунду после рождения размеры Вселенной были действительно небольшими по сравнению с её нынешними размерами.

Из чего же состояла Вселенная? Существовали ли тогда звезды, планеты и т.д.? Ничего этого не было. Новорожденная Вселенная состояла из электронов и атомных ядер, т.е. ядер простых элементов, таких как водород и гелий. В течение нескольких следующих тысячелетий ничего серьезного не происходило, за исключением того, что младенец продолжал расти. Пока происходило это расширение, Вселенная была наполнена водородом и небольшим количеством гелия. Распределение газа во Вселенной было неравномерным: в некоторых местах его было больше, в других – меньше. Повсюду был газ с различной плотностью.

### **Появление гравитации**

Приблизительно через миллион лет после рождения Вселенной, (к тому времени её размеры значительно увеличились), в некоторых областях с большой концентрацией газа газовые облака начали постепенно сжиматься. Почему? Благодаря силе гравитации. Я думаю, вы помните о том, что сила гравитации, открытая Ньютоном, представляет собой силу притяжения. Материя притягивает материю, именно в этом заключается гравитация. Итак, облако водорода, состоит из атомов водорода, которые, являясь материей, могут притягиваться друг к другу. Атом водорода чрезвычайно мал и сила, требующаяся для того, чтобы привести его в движение, тоже очень незначительна. Может показаться, что между двумя атомами, находящимися друг от друга на расстоянии миллиона километров, отсутствует сила притяжения. Но здесь природа удивляет нас. Все эти мельчайшие движения накапливаются, и в итоге газовое облако ведёт себя так, как будто снаружи его сжимает большая сила. На самом деле происходит вот что: атомы притягивают друг друга и в результате начинают сближаться. Внешнему наблюдателю может показаться, что газ сжимают снаружи, но на самом деле он сжимается сам под воздействием силы гравитации.

Я должен упомянуть о том, что по мере того, как сила гравитации сжимает облако, оно также стремится к рассеиванию из-за давления газа, как и все облака. Я уверен, что вы видели в небе пушистые облака, которые увеличиваются в размерах, благодаря диффузии, вызванной наружным давлением газа, и затем тают. Однако это давление незначительно и сила гравитации просто превосходит его. Гравитация действительно потрясает. Она кажется слабой и незначительной, но в масштабах Вселенной её воздействие всеобъемлюще!

Что же происходит по мере сжатия большого водородного облака? Сжимается ли оно до точки? Не совсем, потому что, когда облако сжимается, с ним начинается неожиданный процесс. Дело в том, что процесс сжатия сопровождается нагреванием, которое достигает максимума в центре облака. Когда я говорю, что облако нагревается, не думайте, что речь идёт о температуре воздуха в жаркий летний день. Невероятно, но в центре облака температура может достигать МИЛЛИОНА градусов! Представляете!! И конечно, под воздействием такой температуры начинают происходить некоторые процессы.

### **Устройства для термоядерного синтеза**

Когда я говорю, что температура в облаке сжатого газа может достигать миллиона градусов, я имею в виду температуру в центре облака. По мере отдаления от центра температура начинает падать. Повышение температуры до миллиона градусов в центре облака создает условия для возникновения интересных процессов. При астрономически высокой температуре ядра водорода сливаются и формируют ядра гелия. Я опущу некоторые детали, которые относятся к области ядерной физики, но должен сказать, что процесс слияния ядер водорода и превращения их в ядра гелия называется *ядерным синтезом*, а так как это происходит под воздействием высокой температуры, его часто называют *термоядерным синтезом*.

Важно то, что этот ядерный синтез сопровождается высвобождением большого количества энергии. Эта энергия направляется к наружной поверхности, где температура ниже. С поверхности облака энергия излучается в пространство в виде тепла и света.

Итак, вначале происходит гравитационное сжатие облака водорода. Это ведёт к нагреванию, особенно в центре. При достижении очень высокой температуры, происходит термоядерное воспламенение. Во время этого процесса маленькие ядра сливаются и формируют более крупные ядра, в ходе чего также выделяется тепло. Именно так рождается звезда. Эта последовательность событий схематически изображена на рисунке 1.

**Вопрос:** Сжатие приводит к термоядерному возгоранию. Продолжался ли процесс сжатия после этого?

Нет! По мере того, как сила гравитации сжимает газовое облако, излучающаяся радиация порождает наружное давление, которое приводит к расширению этого облака. Происходит борьба между центростремительной силой, порождаемой гравитацией и сжимающей газовое облако, и центробежной силой, появляющейся в результате излучения и расширяющей это облако. Затем между ними возникает равновесие, и газовое облако принимает стабильный размер, имея высокую температуру в центре и излучая энергию в пространство.

Так из газового облака рождается звезда. Кстати, в водородной бомбе огромное количество энергии высвобождается в результате термоядерной реакции. Однако в бомбе этот процесс занимает миллионную долю секунды, в то время как звезда продолжает высвобождать термоядерную энергию в течении миллионов и даже миллиардов лет. Наше солнце представляет собой термоядерный реактор непрерывного действия.

Итак, звезда родилась. Будет ли она гореть вечно, или ее жизнь ограничена определенным временем? Если верно последнее, то как долго звезда будет жить? Ответ очень прост. Звезда подобна горящему огню: он горит до тех пор, пока в него подкладывают топливо; так и звезда горит до тех пор, пока есть

горючее. Когда горючее заканчивается, температура начинает понижаться и звезда охлаждается. Тогда начинается совсем другая игра, о чем я расскажу дальше.

### **Жизненный цикл звезды: рождение, смерть и перерождение**

Как я уже сказал, когда горючее заканчивается, горение или термоядерная реакция прекращается, и звезда начинает охлаждаться. Затем происходят два события. Во-первых, во внутренней части сгоревшей звезды в области наибольшей плотности под воздействием преобладающей силы гравитации начинается процесс сжатия. А внешние слои, наоборот, стремятся рассеяться как облако. В результате снаружи облако выглядит очень большим, а внутренняя область продолжает сжиматься и снова нагреваться. Кстати, когда наше Солнце «умрёт» и станет расширяться, то предполагается, что оно будет таких больших размеров, что сможет заполнить пространство до Земли. Оно станет огромным, и будет излучать тусклый красный свет (рис.2). Астрономы уже обнаружили много «красных гигантов» среди звезд, поэтому это предположение кажется вероятным.

Итак, у нас есть огромная красная звезда с тонким внешним слоем, ядро которой продолжает сжиматься и нагреваться. Что же происходит дальше? Это интересная история. В звёздах первого поколения ядра водорода сливались и превращались в ядра гелия, а когда количество водорода заканчивалось, термоядерный синтез прекращался.

Итак, звезда превратилась в красного гиганта, ядро которого продолжает сжиматься и нагреваться. Существует ли вероятность воспламенения? Да, существует, только на этот раз температура должна повыситься настолько, чтобы горючим мог служить гелий.

Поначалу звезда представляет собой большой котел, в котором водород превращается в гелий. После периода «отдыха» этот процесс начинается снова, и повторяется та же история.

Сначала под воздействием силы гравитации происходит процесс сжатия, после чего центральная часть разогревается, а когда температура становится достаточно высокой, происходит повторное термоядерное воспламенение. Однако на этот раз ядра гелия сливаются в более крупное ядро, высвобождая при этом энергию.

Эта энергия стремится наружу и в итоге излучается в пространство. Появляется так называемая дочерняя звезда, из которой рождается другая звезда, и этот процесс продолжается поколение за поколением.

Звезда рождается, горит, умирает, перерождается, опять умирает, опять перерождается и т.д. И каждый раз звезда представляет собой котел, в котором «варятся» элементы, легкие элементы превращаются в тяжелые и таким образом во Вселенной появляются все новые и новые элементы, которые изучают студенты-химики (рис.3).

### **Что происходит дальше**

Существует ли конец у этого процесса перерождения? Да, и он наступает тогда, когда ядро звезды, пройдя через множество стадий, в конце концов, превращается в железо. После этого процесс термоядерного возгорания и постоянного высвобождения энергии происходит по законам ядерной физики, и процесс рождения-смерти-перерождения останавливается – более тяжелые элементы формироваться внутри звезды не могут.

Вы можете спросить: «Но на Земле же есть серебро, золото, уран и т.д. – ядра этих элементов гораздо тяжелее ядер железа». Откуда они взялись? Это очень интересный вопрос, на который мы найдем ответ в следующем выпуске журнала. Я думаю, вы догадались, какой большой вклад внесли открытия ядерной физики в развитие астрофизики. Исследование этапов развития звезды с помощью открытий ядерной физики происходило в период с 1930 по 1940 годы. Современная физика отличается тем, что

открытия из одной её отрасли поразительным и непредсказуемым образом помогают расширить границы знаний в области другой отрасли.

Итак, я рассказал вам следующее: в течение первого миллиона лет звезд не существовало. Затем начали рождаться первые звезды. Они жили в течение некоторого времени и прекращали гореть, когда заканчивался запас водорода. После периода «отдыха», начиналась новая серия горения, на которой горючим служил гелий. Когда гелий сгорал, наступал период покоя, после которого гелий перерождался в более тяжёлый элемент.

**Вопрос:** «Что происходит со звездой, когда она, наконец, прекращает гореть?» Дальше история развивается еще интереснее!

### **Необыкновенный Субраманьян Чандрасекхар**

Эта история связана с известным ученым, который начал заниматься наукой, учась в колледже, в возрасте восемнадцати лет. Его зовут Субраманьян Чандрасекхар. Позже он стал всемирно известным ученым и Нобелевским лауреатом. Говорят, что не это сделало его великим; наоборот, к тому времени он был так известен, что Нобелевская премия повысила свой престиж за счёт него. Кстати, в 1996 году в космос был запущен спутник НАСА по имени ЧАНДРА, на борту которого была установлена рентген-обсерватория. С его помощью были сделаны впечатляющие снимки, которые помогли астрофизикам в их исследованиях.

История открытия, которое сделал юный Чандра, развивалась следующим образом. В конце 20-х годов двадцатого века, Чандра был студентом-физиком в Президентском колледже в Мадрасе. Его дядя, господин С.В. Раман, который ранее учился в этом же колледже, стал всемирноизвестным ученым, когда открыл эффект Рамана, за который получил в 1930 году Нобелевскую премию. Чандра был очень необычным человеком - он опубликовал научную работу ещё будучи студентом, что было большой редкостью в тогдашней, да и в современной Индии.

Чандра полностью посвятил свою жизнь физике. Когда он учился в колледже, ему вручили приз – книгу «Строение звезд», написанную известным английским астрофизиком Артуром Эддингтоном. В то время Эддингтон был значимой фигурой в астрофизике. Эта книга оказала глубокое влияние на юного Чандру, и он стал заниматься исследованием звезд и проблемами астрофизики. Эта книга изменила всю его жизнь.

Известный немецкий физик Арнольд Sommerfeld был талантливым преподавателем, воспитавшим в Мюнхене около пятнадцати нобелевских лауреатов(!). В 1928 году по приглашению Раманы, он посетил Индию и прочитал лекции в различных городах. В Президентском колледже в Мадрасе Sommerfeld прочитал лекцию о новых открытиях квантовой физики и их значении. На этой лекции, конечно, присутствовал и Чандра. Едва ли кто из присутствующих понимал, о чем говорил Sommerfeld, но Чандра был исключением.

### **Поездка в Кембридж**

Чандра много размышлял о звездах. После лекции он встретился с Sommerfeldом и задал ему много вопросов. В то время его ум занимала одна проблема, и когда отец после окончания учёбы попросил его сдать необходимые экзамены для того, чтобы поступить на государственную службу, он наотрез отказался (и слава Богу!). Вместо этого он поехал в Кембридж, который в то время был Меккой для всех физиков. Именно там, кстати, был в то время Эддингтон.

Это был в 1930 году. В те дни не было самолетов, и в Англию нужно было плыть на корабле. Путешествие длилось около двух недель и для того, чтобы развлечь пассажиров, капитан корабля устраивал различные игры и вечеринки. Тем не менее, юный Чандра всё время размышлял о том, что происходит со звездами, когда их жизнь подходит к концу.

Существует класс небесных объектов под названием белые карлики. Предполагается, что они представляют собой мертвые звезды, то есть такие звезды, в которых термоядерное горение полностью прекратилось. Другими словами белые карлики – это мертвые тела звезд. Чандру интересовала физика этих звёзд. Дело в том, что материя белых карликов очень плотная. Знаете, насколько она плотная? Если взять часть материи такой звезды размером с теннисный мячик, он будет весить столько же, сколько весят двадцать пять слонов! Вот это плотность! (рис.4)

На борту корабля Чандра постоянно думал о белых карликах, писал сложные математические уравнения и зачеркивал их. В результате длительных размышлений Чандра сделал открытие. Оно было настолько необычным, что Чандра не поверил своим результатам. Ему нужно было провести более тщательный анализ, проверить и перепроверить сделанную работу. Все это требовало времени.

### **Проблема белых карликов**

Чандра прибыл в Англию, и поступил в Кембридж. Между занятиями Чандра занимался своей любимой темой, создавая теорию о белых карликах. Белые карлики это не выдумка. Астрономы обнаружили такие объекты в небе, и предположили, что это мертвые звезды, пришедшие в состояние покоя. Возник такой вопрос. С точки зрения классической физики, когда звезда умирает и в ней прекращается процесс горения, тогда из-за её большой массы в ней должна преобладать сила гравитации.

Если это так, то звезда должна начать сжиматься и уменьшаться в размерах. Это сжатие должно продолжаться до тех пор, пока звезда не сплющится почти до размеров точки с бесконечной плотностью. Кажется, ничто не может остановить этот процесс. Но никто не может отрицать, что белые карлики продолжают существовать, и что их величина превышает размеры точки. Становится ясно, что существует нечто препятствующее воздействию силы гравитации. Что же это за сила и как она действует? Эта была одна из основных проблем астрофизики того времени.

Геометрическая точка, бесконечность и т.д. – это термины уместные в математике, но для описания физических процессов они не подходят. Материя состоит из атомов, размеры которых ограничены. Как же можно говорить, что все эти атомы сдавливаются и уменьшаются до точки? Физикам не нравилась идея о том, что материя способна сжиматься до размеров геометрической точки. Но с точки зрения классической физики этот процесс неизбежен. В период 1925-1930 годы была открыта квантовая механика, и люди говорили: «Мы не можем теперь доверять классической физике, когда дело касается малых размеров. Мы должны учитывать законы квантовой физики. Возможно, именно квантовая физика спасёт белых карликов от сжатия в точку».

Догадываетесь? Именно это и произошло, и процесс этот описал Вильям Фоулер из Кембриджа. Фоулер использовал статистику Ферми – Дирака (которую Sommerfeld объяснил Чандре в Мадрасе) для того, чтобы доказать, что законы квантовой физики действительно спасают мертвые звезды от сжатия в точку. Термин «статистика Ферми – Дирака» используется для математического описания поведения электронов, скапливающихся в большом количестве близко друг к другу. Фоулер указал, что благодаря квантовой природе электронов и верности статистики Ферми – Дирака, что когда материя сжимается до очень высокой плотности, давление возникает в белых карликах из-за электронов.

Давление квантовой механики называется давлением распада, оно направлено вовне. Другими словами, на мертвой звезде происходит борьба между силой гравитации, направленной внутрь, и давлением распада, направленным наружу. Когда возникает баланс между этими двумя силами, мертвая звезда принимает постоянные размеры и не превращается в точку (рис.5). Именно это открытие сделал Фоулер, и все вздохнули спокойно. Все, кроме Чандры!

Даже будучи студентом Чандра начал сомневаться в правильности теории Фоулера. Помните о его беседах с Sommerfeldом в Президентском колледже? Чандра спросил Sommerfeldа: «Плотность электронов в белом карлике очень и очень высокая. При такой плотности электроны, несомненно, ведут себя в соответствии со статистикой Ферми – Дирака. Но, так как плотность очень высокая, то электроны также должны подчиняться теории относительности Эйнштейна. Однако, анализ Фоулера не

учитывает этот относительный аспект поведения электронов. Не следует ли объединить применение квантовой статистики с положениями относительности?» Sommerfeld ответил положительно и добавил, что будет полезно провести такой анализ. Именно над этим начал работать Чандра, ещё будучи студентом.

### **Чандра представляет свой шедевр**

В Мадрасе Чандра был единственным, кого интересовала астрономия и физика, и кто понимал эти науки так глубоко. В Кембридже всё было по-другому: там собрались лучшие ученые, включая великого Эддингтона и, конечно, Фоулера. Чандра упорно работал в течение пяти лет, совершенствуя теорию белых карликов и выверяя каждую деталь – он всегда был очень дотошным – и, в конце концов, он завершил свою теорию. Теперь оставалось только объявить результаты. И такая возможность представилась в январе 1930 года.

В это время в Лондоне должно было проводиться собрание Королевского астрономического общества. Эти собрания были большими событиями, на которых лучшие специалисты представляли результаты своих исследований. Эддингтон позаботился о том, чтобы Чандре выделили полчаса для выступления. Но Эддингтон не сказал Чандре, что он также собирается выступать и, что темой его выступления будет теория Чандры!

Наступило 11 января, и Чандра приехал в Лондон, полный вдохновения. Чандра, молодой никому неизвестный ученый, выступил перед аудиторией и сел на свое место. Я думаю, что в ответ прозвучали лишь редкие вежливые аплодисменты, хотя его открытие было уникальным. Прежде, чем я расскажу об остальных событиях на собрании в Лондоне, я должен сказать несколько слов об открытии Чандры.

Напомню, что исследования Фоулера показали, что мертвые звезды не сжимаются до размеров геометрической точки. Исследования Чандры показали, что если включить в анализ относительность – а без неё никак нельзя было обойтись – то если масса разваливающегося объекта меньше, чем 1,44 от массы нашего Солнца, то мертвая звезда действительно сжимается до определённого размера. Но, если масса мертвой звезды составляет 1,44 от массы Солнца, то, по предположению Чандры, ничто не может спасти мертвое тело звезды, её остаётся только сжаться в точку, что бы это ни значило!

Вы можете спросить: «Хорошо, я согласен с тем, что мертвая звезда массой в 1,44 массы Солнца сжимается в точку. А что происходит, если масса мертвой звезды больше, чем 1,44 массы Солнца в пять или десять раз? Такие звезды существуют, как же тогда будут выглядеть их мертвые тела?» В своей лекции Чандра сам ответил на этот вопрос: «Звезда большого размера не может стать белым карликом». Этот аспект в физике мертвых звезд очень интересен, но перед тем, как я продолжу, позвольте мне закончить рассказ о великой драме, которая произошла 11 января 1930 года.

### **Противники теории**

После того, как юноша закончил свое выступление и сел, поднялся «гигант» Эддингтон и с большим удовольствием начал опровергать «глупую» теорию. На самом деле, Эддингтон полагался больше на свое положение и риторические способности, чем на научные факты. И люди слушали его, так как он был авторитетной фигурой. Он безжалостно растоптал теорию Чандра, время от времени подшучивая над ним. Аудитория громко смеялась. Эддингтон даже поругал квантовую механику. Тогда он мог это сделать, потому что квантовая механика только начинала развиваться, и даже Эйнштейн относился к ней с подозрением.

Вернёмся к Чандре, он был потрясён до глубины души. Он совершенно не ожидал, что Эддингтон будет публично опровергать его теорию. Они много раз встречались в Кембридже – почему он не обсудил эти вопросы раньше? Зачем нужно было публично унижать молодого студента?

После встречи Чандра поговорил с несколькими учеными, которые присутствовали на собрании. Некоторые из них согласились с ним, а другие приняли сторону Эддингтона. Немногие снизили до

того, чтобы вникнуть в научные доводы обеих сторон. Тогда Чандра написал многим известным ученым Европы; большинство из них посочувствовало ему, но отказалось высказать своё мнение открыто. Эддингтон поехал в Америку, где сказал в своём выступлении в Гарварде:

*«Всё было хорошо, пока некоторые исследования Чандрашекхара не выявили, что формулы относительности возвращают звёзды к той же проблеме, из которой их вытащил Фоулер. Допустим, маленькие звёзды действительно охлаждаются и завершают свою жизнь в виде тёмных звёзд. Но что происходит со звездой, вес которой превышает критическую массу? Это знают только небеса. Это не волнует Чандрашекхара; Ему просто хотелось бы, чтобы звёзды вели себя таким образом, и он верит в то, что именно так всё и происходит».*

Теперь вернемся к последней части рокового собрания 11 января. Как я уже сказал, после встречи молодой Чандра чувствовал себя поверженным. Некоторые ученые сочувствовали ему, некоторые критиковали, но большинство астрономов оставались безразличными. Вот как Чандра вспоминает то время: «Я пришел на встречу, чтобы объявить о чем-то очень важном. Вместо этого Эддингтон представил меня глупцом. Я обезумел от горя и не знал, нужно ли мне дальше заниматься наукой.

Я вернулся в Кембридж поздно ночью, около часа. Я помню, что пришел в общую комнату, где еще горел огонь. Я помню, что стоял перед ним и говорил самому себе: «Это для меня конец мира, и завершился он не взрывом, а рыданиями».

### **Истинный первопроходец**

История на этом не заканчивается, хотя первый тур несомненно выиграл Эддингтон. Чандра получил научную степень и стал решать, что ему делать дальше. Он хотел остаться в Англии и читать лекции в каком-нибудь институте. Но тень Эддингтона следовала за ним повсюду, и Чандра не был уверен в том, что сможет найти работу. Поэтому он поехал в Америку, где ему предложили место в Чикагском университете. Там он прожил до конца своей жизни и стал выдающимся профессором. Позже этот университет назвал одну из кафедр именем Чандры. Вспоминая свой отъезд в Америку, Чандра говорил:

*«Я должен был принять решение: бороться ли мне до конца жизни или сменить сферу интересов. Я решил написать книгу, а затем сменить тему. Так я и сделал».*

Именно этим Чандра и занимался всю жизнь: он ступал на неизведанную территорию, буквально создавал новый предмет, писал научную книгу о своем исследовании и переключался на новую область знаний. Каждый раз он делал яркое открытие. Он был одиночкой, очень дисциплинированным, очень дотошным, вникающим в каждую деталь, включая манеру одеваться, заказывать блюда в ресторанах (он до конца жизни был вегетарианцем) и наслаждаться музыкой. Мартин Шварцчайлд, астрофизик из Принстонского университета, говорит:

*«Способность Чандрашекхара к концентрации удивительна. В нём соединяются чисто математический склад ума и феноменальное постоянство. Нет ни одной области из тех, в которых он работал, где мы бы ежедневно не использовали какие-то из его результатов».*

Чандра получил множество наград, о чем однажды рассказал историю. Жил генерал, который получил много наград и медалей. Как вы знаете, офицеры носят медали на форме – так делал и этот генерал. Однажды, когда он пришел на вечеринку, к нему подошла молодая девушка и начала с изумлением разглядывать медали. Она спросила: «Генерал! Как вы получили все эти награды?» Генерал улыбнулся, указал на маленькую медаль и сказал: «Видишь эту медаль? Я получил её по ошибке, а за ней последовали все остальные!» Чандра был полностью погружен в свою работу и не уделял особого внимания наградам.

Чандра прожил больше восьмидесяти лет и упорно трудился до конца своих дней, занимаясь вопросами астрофизики. Почти в одиночку он издавал знаменитый «Астрофизический журнал», посвященный этой

области науки. Когда он уходил с должности редактора, состоялась небольшая вечеринка, на которой глава издательства (типичный простой американец) сказал: «Мы издали много работ на тему так называемого ограничения Чандрашекхара. Я не знаю, что это значит, но я понял одно, что у этого профессора нет никаких ограничений, когда дело касается работы».

## Рождение новой физики

Мы уделили много внимания великой драме, случившейся с Чандрой. Теперь давайте продолжим наше путешествие. Для этого посмотрите на рисунок 6, на котором представлены результаты работ Фоулера и Чандры. В каждой из двух граф указано, как радиусы конечных объектов варьируются радиусы в зависимости от массы умирающих звезд.

Давайте попытаемся понять, что это означает. Звезда умирает, и её мертвое тело имеет определенную массу. Она начинает уменьшаться в размере, сдавливаемая силой гравитации.

**Вопрос:** «Каков же будет радиус конечного объекта? Классическая физика говорит, что он будет равен нулю. Такой результат неприемлем. Фоулер из Кембриджа говорит, что квантовое давление распада может спасти мертвое тело звезды от сжатия до размера геометрической точки. Действительно, чем больше масса звезды, тем меньше будет размер конечного объекта. Но при превышении определённой массы конечный размер будет примерно одинаковым, независимо от начальной массы гбнущего объекта. Все вздохнули с облегчением. И вот появляется молодой человек из Индии, и сидя в Кембридже, под носом знаменитого Эддингтона, осмеливается говорить: «Послушайте, Фоулер совершенно забыл о теории относительности. Если мы используем её положения в анализе, то мы получим совершенно другую картину».

Чандра выяснил, что да, звезда действительно начинает сжиматься, когда «заканчивается топливо». Чем больше масса звезды, тем меньше радиус конечного объекта (мертвого тела звезды). К этому же заключению пришел и Фоулер, но дальше мнения Чандры и Фоулера расходятся. Фоулер говорил, что за пределами определённой величины все мертвые звезды принимают приблизительно один и тот же конечный размер. Чандра сказал, что это не так. Если масса мертвой звезды составляет 1,44 массы Солнца, то радиус конечного объекта будет равен нулю. Возможно, в природе нет мертвой звезды с радиусом равным нулю и для того, чтобы предотвратить распад мертвого тела звезды, начинают работать другие законы.

Чандра утверждал, что версия Фоулера не является полной, что в анализ необходимо включить теорию относительности, которая покажет, что эта версия представляет собой только первую часть в новой и захватывающей истории жизни и смерти звезд. Позже я расскажу о том, что происходит со звездами больших размеров, когда они умирают. Сейчас я скажу только о том, что исследования Чандры открыли совершенно новые перспективы.

В 1930 году немногие ученые верили Чандре, а те, кто верили, не решались или не хотели говорить об этом открыто, чтобы не портить отношения с Эддингтоном. Если знаменитость говорит «нет», то кто сможет встать и сказать, что он не прав? Но время показало, что авторитетный ученый был совершенно неправ, и что Чандра на самом деле открыл новые удивительные перспективы (о чем пойдет речь в следующий раз). Перед тем, как завершить сегодняшнюю лекцию, я должен рассказать об отношениях Чандры и Эддингтона.

Помните, когда Чандра учился в колледже, ему подарили приз – книгу Эддингтона, которая разбудила в нём глубокий интерес к астрономии и астрофизике. Позже в Кембридже Эддингтон преградил путь исследованиям Чандры, и ему пришлось уехать из Англии. Тем не менее, Чандра и Эддингтон продолжали переписываться, и, когда в 1944 году Эддингтон умер, то Чандра выступил в университете в Чикаго на встрече, организованной в память ученого, и сказал:

«Я думаю, что все, кто знали Эддингтона, согласятся, что он был человеком безупречной чистоты и твердого характера. Например, я не верю в то, что он когда-нибудь мог плохо подумать о другом

человеке, поэтому с ним было так легко спорить по научным вопросам. Вы всегда могли быть уверены, что он вас не осудит. Этому нельзя сказать о других ученых».

В 1982 году Кембриджский университет пригласил Чандрашекхара прочитать серию лекций по случаю столетия Эддингтона. Чандра назвал свои лекции так: «**Эддингтон – самый выдающийся астроном своего времени**». Не удивительно ли, что читать эти лекции пригласили того самого человека, который больше всего пострадал от нападок Эддингтона? Но нет ничего удивительного в том, что Чандра восхвалял Эддингтона, так как все неприятности, связанные с теми событиями, для него давно закончились.

На этом мы должны сегодня остановиться. Тем не менее, я приглашаю вас поразмышлять о поразительных тайнах Господа, заключенных в Его чудесной Вселенной. Я уверен в том, что вы согласитесь со мной: Господь и каждая частица Его Вселенной удивительно прекрасны.

Джей Саи Рам.