

По ту сторону звезд. Что начинается там, где заканчивается Вселенная?

Фирюза

Предисловие

Когда я училась в университете, мне казалось, я пойму всё. Пойму, как устроен мир, что лежит в основе всех физических законов. Конечно, в юности мы все несколько наивны, часто максималисты и иногда верим в несбыточное.

Итак, мои мечты привели меня к физике. Я с интересом слушала лекции по механике, электродинамике, квантовой механике... Но никогда, насколько помню, я не получала полного удовлетворения от тех знаний, которые нам давали. У меня часто возникало чувство, что я не могу ухватиться за главное. Мне казалось, что настоящая истина, словно юркая рыба, всё же ускользает, и я вновь сталкиваюсь с псевдопониманием вопроса.

Я считаю, что была не единственной в подобных ощущениях. Помню, как часто мои однокурсники с абсолютной верой и всерьёз говорили, что любые знания, которые мы получаем, есть не понимание, а *привыкание* к этим знаниям. Мы принимаем на веру аксиомы, которые лежат в основе какой-то области физики, а на многие вещи просто закрываем глаза, потому что очень трудно их представить. Например, что же такое электрон? Или что такое энергия? С одной стороны, это слишком простые вещи, почти очевидные. Но с другой стороны, сколько бы я не задавала эти вопросы, мне никто так и не отвечал на них. Помню, как впервые, когда ещё училась в физико-математической школе, я спросила преподавателя о том, что же такое энергия? Все в классе дружно засмеялись от такого глупого вопроса. Но затем замолчали. Так мне никто и не ответил на этот вопрос. Честно говоря, я до сих пор не знаю, что такое энергия.

К последнему курсу университета я пришла с полным разочарованием и отсутствием веры что-либо понять в физике. Мне казалось, что исключительно на всех лекциях и семинарах мы все занимались одними лишь формулами, массой формул, не вида сути физического явления. Для меня эти формулы были подменной реальности. Они были забором, закрывающим от меня истинный мир. Закончив физический факультет одного из лучших университетов России, я поняла, что никогда не буду

работать физиком-исследователем. Всё, чем занимались в наших научных институтах, мне казалось несущественным и ужасно скучным.

У меня появились другие увлечения, жизнь пошла по другому руслу.

Прошло некоторое время, прежде чем я снова вернулась к физике. Вернее, судьба буквально столкнула меня с наукой. Но уже немного с другой стороны. Я встретила со своим будущим мужем, моим однокурсником, который во время учёбы в университете считался неординарным студентом. Но я даже не догадывалась, что он уже тогда сделал своё открытие. Да и мало кто об этом знал. Как оказалось, это было открытие, которое решало одну очень интересную проблему, над которой безуспешно ломали головы многие известные учёные, включая Эйнштейна. И эта проблема была связана со звёздами, вернее со всей материей, которая есть во Вселенной. Влияют ли далекие светила на наш мир, на то, что происходит в каждой точке космоса? Причём, это вопрос не о локальном влиянии какой-то звезды или, скажем, галактики на процессы, происходящие вблизи них. Это вопрос о глобальном воздействии абсолютно всей материи Вселенной абсолютно на всё, что есть в нашем мире, включая нас с вами, а также пространство и время.

Так вот, оказалось, что юный студент физфака осилил эту задачу. Причём, не с помощью массы сложных уравнений. Он решил ее просто, гениально просто, с помощью всего лишь трёх маленьких формул.

Но как быть открывателю? Что делать? Он решил обратиться к одному из преподавателей, который считался демократичным. И какова была реакция того? Посмотрев на листочек с изложением сути открытия, он глубокомысленно произнёс: “А формул-то мало! Это несерьёзно”.

Для неокрепшего сознания студента это стало шоком. Но почему этот маститый учёный судит об открытии по количеству математических символов? Почему он ничего не сказал про сами формулы? Значит, он их не понял!

Почему сейчас считается, что чем больше в теории всяких уравнений, тем лучше теория? Ведь это полная бессмыслица! Тем не менее, это негласное правило существует.

Все поистине великие теории имеют чрезвычайно простой, по меркам современных учёных, фундамент. Что такое теория Ньютона? Несколько очень коротких и понятных всем формул. Что есть базис специальной теории относительности? – принцип постоянства скорости света по отношению к любому наблюдателю. Что лежит в основе такой сложной области физики, как квантовая механика? Маленькая формула, которая называется соотношением неопределённостей Гейзенберга. И так далее.

Неужели учёные забыли про естественный закон, что любая стоящая теория по своей сути должна быть простой? В своё время Резерфорд сказал, что если теория хоть что-то собой представляет, её можно объяснить даже буфетчице. А если судить по нынешнему состоянию дел в науке, если бы великие открытия начала двадцатого века были сделаны сейчас, их бы просто не заметили! А ведь это открытия, на которых базируется вся современная наука.

С другой стороны, можно, конечно, не согласиться с подобными утверждениями. Как же тогда объяснить успехи последнего столетия? Разве это не показатель прогресса в науке? Да, это действительно показатель прогресса. Но не в *фундаментальной* науке! Это достижения технические, которые, надо отметить, обязаны тем самым открытиям начала двадцатого века. К слову, после 1927 года *ни одного* фундаментального открытия в физике не было сделано.

А, может, всё проще? Может, все фундаментальные открытия уже сделаны и сегодня учёные занимаются только прикладными вопросами? Нет, конечно. Задач в физике много. До сих пор непонятно “странное” поведение частиц субатомного мира. А космология, вообще, как минимум наполовину состоит из проблем. В физике явно чувствуется нехватка свежего воздуха открытий, причем фундаментальных.

Теперь о книге, которую вы держите в руках. Она как раз посвящена новому *фундаментальному* открытию в физике. Открытию, которое довольно легко проверяется экспериментально и отвечает на многие вопросы физики и космологии. Эта книга – популярное изложение новой теории, автор которой Василий Янчилин. Это и есть тот самый некогда студент, которому поставили в укор недостаточное количество формул. Сейчас он – автор нескольких монографий: «Квантовая теория гравитации», «Неопределенность, гравитация, космос», «Логика квантового мира и возникновение жизни на Земле», «Тайны гравитации», «Взрывающаяся Вселенная».

В своей книге я постараюсь максимально доступно изложить суть новой теории гравитации, а также рассказать о тех проблемах в физике и космологии, которые она решает. Совсем избежать формул не удалось. Но я оставила лишь самые простые, понятные практически всем.

Думаю, вам будет интересно окунуться в новый мир, где есть не только наша Вселенная, но и нечто другое.

Обратная сторона Вселенной

Покровы очевидного

Вы никогда не задумывались, почему в мире царит Порядок?

На самом деле, под этим понятием мы привыкли понимать порядок в комнате, на письменном столе, на улицах или, наконец, в политике.

Но что такое Порядок в мире? Обратите внимание, это слово написано с большой буквы, то есть оно имеет некий особый смысл.

Это действительно несколько иной порядок. Вселенского масштаба. Заставляющий мир быть таким, какой он есть. Благодаря которому законы физики и математики работают одинаково по всей Вселенной. Известные каждому формулы Ньютона справедливы и в Европе, и в Америке. Более того, они «действуют» не только на Земле, но и на Марсе, и даже в удалённых галактиках. В любом месте огромной Вселенной работают одни и те же законы. Вас это не удивляет? “Нисколько, – ответите вы, – ведь это очевидно. А как ещё может быть?”

Действительно, как ещё может быть? Почему всё не происходит следующим образом: скажем, в нашей галактике действуют одни законы, в другой – иные. Полная анархия.

Гармония нам кажется очевидной, потому что она существует реально. Потому что мы привыкли к ней и не мыслим, что могло бы быть без нее. Наверно, такова психология человека, что нас не удивляет очевидное. И так устроена Природа, что за очевидным она прячет сокровенное.

Свобода. Свобода!

Мы состоим из атомов, каждый из нас буквально кишит ими. Все атомы движутся: один – стремительно, другие – относительно медленно, а некоторые совершают едва заметные

колебания. И, в принципе, движение частицы можно описать – ее состояние через секунду, две секунды, час... То есть существует, согласно физике, некая предопределённость в перемещениях наимельчайших составляющих всех тел.

От одного атома перейдём теперь к нескольким атомам. Можно ли описать движение такой системы, уже более сложной? В принципе, можно, хотя это будет намного труднее. Здесь нужен компьютер. С помощью супермощной вычислительной машины, наверно, можно описать и движение совокупности всех атомов, которые составляют человека. Правда, пока не существует такого компьютера для такой сверхсложной задачи. Но теоретически это возможно.

Получается, *можно* рассчитать движение человека как целого! Предопределить его поведение! Выходит, все мы предсказуемы? В действиях, в поступках и даже в мыслях! Ведь предсказуем один атом (то есть можно описать его движение во времени). Предсказуемо поведение двух атомов. Системы, состоящей из десятков частиц, сотен, тысяч, миллионов... То есть предсказуемо движение и системы атомов, составляющих человека как целого?

Такой взгляд в науке сложился в восемнадцатом веке, после того, как Ньютон сформулировал основы классической механики. Кстати, до сих пор многие физики придерживаются такого взгляда – что всё в мире можно точно рассчитать. Для этого нужно лишь знать начальные условия и законы природы, позволяющие сделать необходимые вычисления. В своё время Лаплас сказал: “Дайте мне начальные условия, и я рассчитаю всю Вселенную”.

Вера в детерминизм (предопределённость) – древняя. В своём трактате “О природе богов” древнеримский оратор Цицерон примерно так доказывал, что в мире всё предопределено. Допустим, сегодня, 28 ноября 2002 года, в 12 часов дня разбилась чашка. Мы делаем следующее утверждение: “28 ноября 2002 года, в 12 часов дня разбилась чашка”. Истинно ли это утверждение? Истинно. Ведь чашка действительно разбилась в указанное время. А будет ли оно истинным через год? Да. Ведь через год мы сможем сказать: “28 ноября 2002 года разбилась чашка”. Теперь попытаемся выяснить, было ли утверждение истинным за год до того события? Опять да. Ведь чашка действительно разбилась. Рассуждая аналогично, можно сделать вывод, что утверждение “28 ноября 2002 года разобьётся чашка” было истинным также за тысячу и даже за миллион лет до того, как событие произойдет. Поэтому Цицерон сделал вывод, что всё в мире предопределено.

Идею предопределённости защищали и христианские теологи, начиная со святого Августина. Они верили, что Бог всемогущ и знает, что произойдёт через тысячу или миллион лет. А раз Бог всеведущ, значит его «видение» будущего обязательно воплотится. Отсюда следует, что всё в мире предопределено. Просто наших знаний и способностей не хватает, чтобы понять, как всё в мире будет развиваться.

Во всех этих жгучих желаниях древних мыслителей, а также некоторых современных ученых и христианских теологов доказать, что всё в мире предопределено, удивляет одно. Они с непонятным рвением пытаются доказать, что у людей нет свободы, все мы находимся в «прокрустовом ложе» предопределённости. За нас уже всё решили – как нам жить и что делать. Нам же остаётся только быть фаталистами и не пытаться что-либо изменить даже в собственной жизни.

Утверждения теологов о тотальной предопределённости кажутся странными ещё и потому, что примеры из Библии (авторитет которой был для них непререкаем) доказывают как раз обратное. Они показывают, что даже пророчества могут не сбываться, вернее, измениться. Например, в Четвёртой книге Царств, главе 20, описывается, как пророк Исаия пришёл к смертельно больному иудейскому царю Езекии и сказал ему: «так говорит Господь: сделай завещание для дома твоего, ибо умрёшь ты и не выздоровеешь». Следует отметить, что предсказания всех библейских пророков, в том числе Исаии, обязательно сбывались. Езекия знал это. Тем не менее, после ухода пророка он начал молиться, прося Бога изменить своё решение. И Исаия, не успев выйти из города, услышал повеление Всевышнего вернуться к Езекии, исцелить его и сказать совсем другое пророчество, согласно которому царь проживёт ещё пятнадцать лет. Это красноречивый пример, что никакой жёсткой предопределённости нет. Даже пророчества можно изменить.

В Новом Завете Христос говорит уверовавшим в него: «если пребудете в слове Моём, то вы истинно Мои ученики, и познаёте истину, и истина сделает вас свободными» (Евангелие от Иоанна, глава 8, стих 31, 32). Всем хочется верить, что мы свободны, и если захотим, сможем изменить и свою жизнь, и ход развития всего человечества.

В своё время древнегреческий философ Эпикур был сторонником свободы. Он считал, что даже атом, принуждённый двигаться по прямой линии, хоть немного, но отклоняется от этой прямой линии, причём совершенно случайно и без всякой причины.

Эпикур был убеждён, что любой человек свободен. А так как человек состоит из совокупности атомов, то, значит, и

каждый отдельный атом также свободен, поэтому он и отклоняется от заданного прямолинейного пути случайным образом.

Более чем через двадцать веков было обнаружено, что, как и предполагал Эпикур, элементарные частицы действительно могут случайно, без видимой причины отклоняться от заданного направления движения. Из двух одинаковых частиц, движущихся с одинаковыми скоростями, в одинаковых условиях, одна может отклониться, например, влево, другая – вправо. То есть даже элементарные частицы обладают некоторой свободой, не говоря уже о человеке.

Ох, уж этот микромир!

Посмотрим, что представляет собой микромир – мир самых маленьких частиц: атомов, протонов, электронов...

Всяких частиц много, и все они разные. Одни заряжены положительно, как протон. Другие отрицательно, например, электрон. А некоторые вообще никак не заряжены – нейтрон, фотон, нейтрино... Все они – кирпичики нашего мира, которые, соединяясь друг с другом, формируют более сложные образования – атомы, молекулы и так далее.

Когда учёные только-только начали изучать микромир, они были уверены: он подчиняется тем же законам, что и макромир. Они думали, атом подобен Солнечной системе, в котором роль светила играет ядро, а электроны вращаются вокруг него. Более того, они даже считали, что движение электронов в атоме можно рассчитать, как и движение планет вокруг Солнца. И, конечно, у них не было сомнения, что движение любой элементарной частицы предсказуемо.

Каково же было удивление учёных, когда оказалось, что микромир подчиняется совершенно иным законам, нежели макромир! Допустим, два электрона в одинаковых условиях летят с равными скоростями в одном и том же направлении. Казалось бы, всё очевидно: электроны и дальше будут двигаться схожим образом. А как ещё может быть? Ведь их движение подчиняется одинаковым законам. Но дело обстоит иначе. Электроны не будут двигаться абсолютно одинаково. Они способны непредсказуемо изменять направление своего движения, причём без всякой на то причины. Один электрон немного отклонится в одну сторону, второй – в другую (рисунок 1).

Учёные никак не хотели верить, что отклонение электронов от прямолинейного движения носит случайный характер. Они считали, что просто нет полной информации об элементарных частицах. Есть неизвестные пока особенности, которые могут

как-то влиять на их движение. В дальнейшем, когда эти особенности (иногда их называют «скрытыми параметрами») откроют, можно будет рассчитать точную траекторию перемещения. Однако всё более точные наблюдения за частицами показывают, что отклонение их движения от заданного направления действительно имеет непредсказуемый характер. И эти случайные отклонения никак нельзя строго рассчитать. Можно лишь определить вероятность, что частица попадёт в ту или иную точку. Например, в случае движения большого числа электронов мы не способны точно рассчитать, какая частица в какой точке пространства окажется в данный момент времени. Мы определим только наиболее вероятное количество электронов, которые окажутся в том или ином месте. Возможность попадания в одни точки будет больше, в другие – меньше. Но в любом случае, это не точный расчёт, а вероятностный. Микромир не поддаётся точным вычислениям.

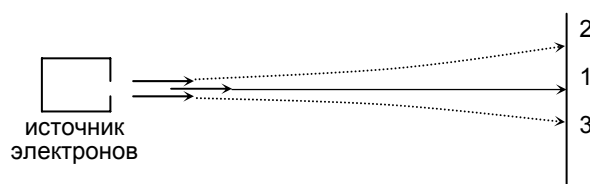


Рисунок 1. Электроны летят с одинаковыми скоростями в определённом направлении. Однако при движении они отклоняются случайным образом. Один электрон попадает в точку 1, второй – в точку 2, третий – в точку 3.

Но самым удивительным оказался даже не случайный характер движения частиц, а совсем другое явление. Если на пути электрона поставить пластину с двумя отверстиями, то частица пролетит сразу через два отверстия! Это трудно представить. В нашем мире всё происходит по-другому. Возьмём вместо отверстий – окна, вместо электрона – мяч. Сколько бы ни кидали мяч, мы всегда попадём только в одно окно. Иногда мы будем попадать в первое, иногда – во второе, но никогда мы не сможем одним и тем же мячом проникнуть сразу в два окна. Это даже представить невозможно. А в микромире пройти электрону через два отверстия в одно и то же время – обычное дело. При этом вспомним, что электрон – неделимая частица.

Но на этом чудеса не заканчиваются. Если мы подведём к каждому отверстию детектор, прибор, который ловит частицы, то обнаружим электрон или в одном отверстии, или в другом, но никогда – сразу в двух. А если приборы убрать, то есть не мешать

частице двигаться, она снова станет проходить одновременно через два отверстия. На рисунке 2 показано, куда попадёт электрон, если закрыто отверстие 1. Он попадёт в окрестность точки 2', которая находится напротив отверстия 2.

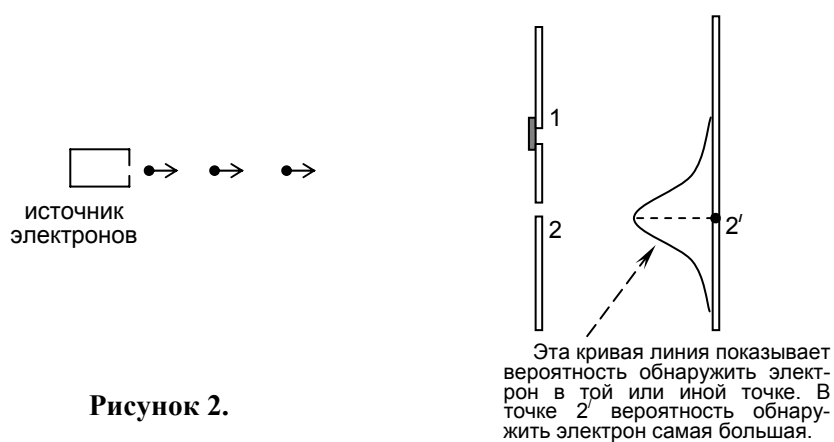


Рисунок 2.

Если же закрыто отверстие 2, электрон попадает в окрестность точки 1', находящейся напротив отверстия 1 (рисунок 3).

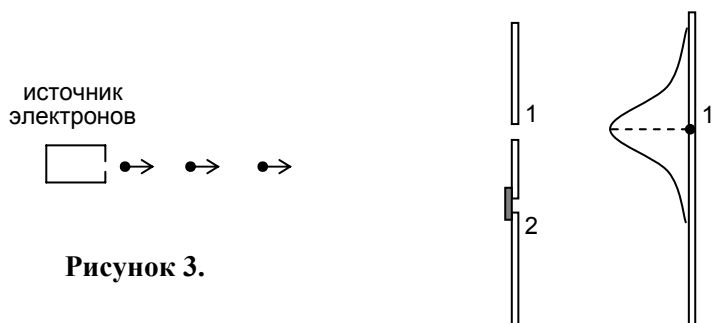


Рисунок 3.

Если же открыты оба отверстия, электрон, как ни странно, попадёт в окрестность точки 0, которая находится не напротив отверстия 1 и не напротив отверстия 2. Она находится посередине между точками 1' и 2' (рисунок 4).

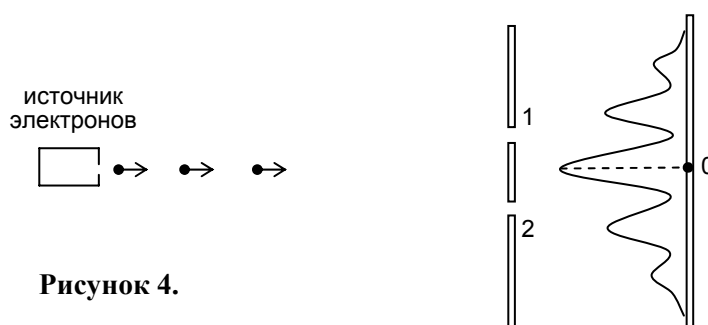


Рисунок 4.

Это странное явление объясняется тем, что при одних условиях электрон ведёт себя как частица, а при других как волна. То есть электрон имеет двойственную природу. Это явление получило название корпускулярно-волнового дуализма. Если электрону помешать двигаться, “схватив” его в какой-то точке, в это мгновение он станет частицей. Но если ему предоставить свободу, он будет вести себя как волна.

Мир маленьких частиц называют странным потому, что он не поддаётся логике. Если траекторию движения обычного тела можно изобразить в виде линии, то для элементарных частиц это сделать невозможно. Они могут двигаться по двум или нескольким путям одновременно. Как такое может быть?

Это действительно кажется более чем странным. Разве человек может идти по двум или трём дорогам одновременно? Такой вопрос даже не уместен. Наш мир не такой. Он вполне определённый. Если мы движемся, то только по одному пути. Его траектория может быть сложной, запутанной, подобно лабиринту. Но она одна! Разве только в сказочных снах мы способны находиться в нескольких местах одновременно. В реальной же жизни такое невозможно. А вот в микромире движение по разным путям одновременно – вполне естественное явление. Такую особенность частиц можно сравнить с человеческим воображением, которое также изменчиво, непредсказуемо и почти не поддаётся объяснению с помощью какой-нибудь понятной логики. Нас не удивляет, что мы можем удержать в голове сразу много всяких мыслей, вопросов, решений. Это кажется нам вполне естественным.

Все эти особенности поведения частиц были неожиданными и совершенно непонятными для учёных. Чтобы доказать, что никакой неопределённости в микромире нет, они проводили множество самых изощрённых экспериментов. Например, чтобы определить местоположение электрона, на него направляли свет. Однако взаимодействие с фотонами приводило

к тому, что электрон отклонялся от своего пути. Поэтому первоначально учёные надеялись, что неопределённость в микромире есть результат воздействия измерительных приборов или вспомогательных частиц, например фотонов, на те элементарные частицы, которые они исследовали. Потребовалось немало времени, чтобы часть учёных, наконец, смирилась с тем фактом, что неопределённость – объективная реальность, существующая независимо от приборов, измерений, наших знаний. И она, кстати, всё же поддаётся описанию.

Неопределённость можно назвать сердцем микромира. Молодой немецкий физик Вернер Гейзенберг написал знаменитое соотношение неопределённостей, которое стало фундаментом для создания новой науки – квантовой механики, изучающей мир элементарных частиц, или квантовых объектов. Соотношение Гейзенберга математически выражает тот факт, что в каждый момент времени частица не имеет ни точного местоположения, ни точного значения своей скорости. Если мы поймаем частицу и «зафиксируем» ее в конкретной точке, то тем самым сильно увеличим неопределённость её скорости. Квантовый объект не может в одно и то же время иметь точное местоположение и точное значение своей скорости. Чем более определённое местоположение он имеет, тем менее определена при этом его скорость.

Однако многие учёные так и не захотели принять непонятные для них законы субатомного пространства. Даже Эйнштейн, сделавший немало для развития квантовой механики (он, например, открыл, что свет не только волны, но и частицы – фотоны; именно за это открытие знаменитый ученый получил Нобелевскую премию), до конца своей жизни так и не смирился с неопределённостью в микромире. Он считал абсурдом, что частице не составляет труда двигаться сразу по двум и более путям в одно и то же время. Он не верил и в то, что она может абсолютно случайно отклониться от направления своего перемещения. Эйнштейн считал квантовую механику не полной. Он был уверен, что когда появится полная теория, проблема неопределённости в микромире отпадёт сама собой. Эйнштейну было обидно, что люди настолько ограничены в своих возможностях, что не могут рассчитать, каким образом отклонится частица в каждом конкретном случае, не могут одновременно определить ее точное местоположение и скорость. Хотя открытие неопределённости доказывает как раз обратное. Человек способен изучать и исследовать не только “логичные”, предсказуемые явления, но и “алогичные”. И не только изучать, но и использовать их на практике. Стремительный взлёт в

развитии техники последних десятилетий обязан квантовой механике.

Нужно отметить, что не только Эйнштейн, но и многие другие известные физики не приняли квантовую механику, не смирились с тем, что в микромире есть неопределённость, не позволяющая делать точные расчёты движения частиц. К этой группе принадлежали также выдающиеся физики Луи де Бройль и Эрвин Шрёдингер. Этот факт интересен тем, что они были одними из тех, кто заложил фундамент квантовой механики. Де Бройль открыл, что электрон – волна, Шрёдингер написал знаменитое уравнение, названное в честь него, описывающее вероятностное движение любой частицы. Кстати, до сих пор существует разделение физиков в их взглядах на квантовую механику. Одна часть считает, что это наука, дающая полное описание движения частиц, то есть неопределённость существует объективно. Другая часть относится к квантовой механике, как к не полной теории, требующей дополнительного развития до такого уровня, чтобы она позволяла точно, однозначно рассчитывать и предсказывать движение любых частиц.

Последние годы своей жизни (более тридцати лет!) Эйнштейн посвятил созданию единой теории, объединяющей гравитационное и электромагнитное взаимодействия. Но все усилия великого физика были напрасны. Он не смог построить такую теорию. Одной из причин неудачи, вероятно, было неприятие Эйнштейном квантовой механики. Вполне возможно, если бы он смирился с неопределённостью в микромире и постарался учесть её в своих расчётах, то смог бы получить хоть какие-то результаты в своих поисках.

Обманчивая неподвижность

В своё время учёных сильно поразил и продолжает удивлять беспорядок в микромире. Хотя гораздо более загадочным должен казаться именно Порядок. Даже в обыденной жизни легче создать бардак, например, на письменном столе. Его и создавать не нужно. Если не прилагать никаких усилий, не выбрасывать ненужных черновиков, утративших свою актуальность бумаг, забывать класть книги на полку, то письменный стол быстро превратится в жуткое нагромождение всего. Кто-то называет это творческим беспорядком. В любом случае, труднее следить за порядком, нежели позволять хаосу завоевывать пространство.

Почему нас удивляет беспорядок в микромире, а не всеобщий Порядок, царящий во Вселенной? Ведь его, как и порядок на письменном столе, нужно поддерживать. Он не может

возникнуть просто так, из ничего. Должно быть нечто, создающее его, должна быть сила вселенского масштаба, заставляющая атомы, звёзды, галактики подчиняться одним и тем же законам.

Давайте ещё раз подумаем над тем, что мы имеем в виду, говоря о Порядке в мире. Порядок – это тот факт, что во всех уголках космоса действуют одни и те же законы, прежде всего физики и математики. Благодаря Порядку мы можем исследовать Вселенную, процессы, происходящие в недрах далёких звёзд. Именно благодаря глобальному Порядку мир сохраняет свою целостность. Мы можем предсказать, когда приблизится к Земле комета, когда планеты выстроятся в ряд, когда наступит очередное затмение Солнца и многое другое. Это всё возможно благодаря тому, что везде действуют одни и те же законы. Если бы законы природы менялись от одной области Вселенной к другой непредсказуемым образом, мы в принципе ничего не смогли бы описать. Наш мир был бы неким подобием микромира, где частицы могут отклоняться от своего пути без какой-либо причины, двигаться сразу по нескольким путям.

Однако наш мир не такой. В нем тела не отклоняются от своего пути, не двигаются одновременно по нескольким путям. У нас всё более-менее предсказуемо. И это потому, что нашим миром руководит Порядок.

Здесь может возникнуть путаница. Некоторые учёные путают причину со следствием. Они считают, что именно законы природы есть причина всемирного Порядка. На самом деле, всё наоборот. Именно Порядок создаёт возможность того, чтобы эти законы действовали. А законы – это средство для описания всеобщего Порядка. Порядок – это объективная реальность. А законы – формулы, причём приближённые, созданные человеком. Это чем-то похоже на расписание движения автобусов и само движение машин. Расписание – не причина движения, а описание. Законы также – лишь описание всеобщего Порядка, но ни в коем случае не причина.

Теперь перейдём к некоторым важным формулам. Основные физические законы – уравнения классической механики Ньютона. Из них самым главным считается Первый закон Ньютона, или закон инерции, описывающий, как будет двигаться тело в отсутствии на него воздействий. Все остальные законы описывают перемещение объекта при наличии каких-то сил.

Как же движется тело, когда никакая сила на него не действует? Первый закон Ньютона утверждает, что при отсутствии сил тело либо покоится, либо движется по прямой линии с постоянной скоростью. Такое прямолинейное и

равномерное перемещение называется свободным, или движением по инерции. А тело, на которое не действуют никакие силы, – свободно движущимся.

Когда мы изучаем движение тела, мы, естественно, рассматриваем его относительно чего-нибудь. Например, смотря на летящий камень или мчащуюся по шоссе машину, определяем их перемещения или по отношению к себе, или по отношению к неподвижным предметам, которые нас окружают: зданиям, деревьям, фонарным столбам... То есть, мы как бы невольно выбираем нечто для отсчёта движения. Без этого никак не обойтись, потому что в нашем мире нет движения абсолютного, а только относительное.

Но, изучая движение планет Солнечной системы, мы естественно, не станем их рассматривать относительно предметов, окружающих нас на Земле – тех же зданий, деревьев, фонарных столбов. Потому что для космических тел все эти неподвижные для нас вещи вращаются вместе с Землёй. Поэтому движение планет нужно рассматривать относительно чего-то другого, гораздо более неподвижного, чем здания и деревья. Например, Солнца.

Но ведь и Солнце движется относительно других звёзд! Чтобы описать перемещения нашего светила в астрономических масштабах, нужно найти тело, более инерциальное (то есть более неподвижное), и относительно него уже всё описывать. Это может быть, например, центр нашей Галактики. Все звёзды внутри Галактики, включая Солнце, вращаются вокруг него.

Если идти в наших рассуждениях дальше, то движение Галактики можно описать относительно центра скопления галактик. И так далее.

Получается, движение одного тела мы рассматриваем относительно другого, “более неподвижного”. А есть ли во Вселенной нечто “самое инерциальное”, относительно которого можно рассматривать вообще любое движение?

В принципе, есть. Это – центр масс Вселенной, связанный с самыми далёкими галактиками. Нам не найти ничего более инерциального.

Но даже самые далёкие галактики нельзя считать неподвижными. Они мчатся с огромными скоростями – до сотен километров в секунду. А так как они находятся очень-очень далеко, то кажутся «зафиксированными».

Стоит отметить, что далёкие галактики составляют основную массу Вселенной. Те звёзды, которыми мы любуемся ночью, принадлежат нашей Галактике. Нам не увидеть другие светила невооружённым глазом, только через мощные телескопы.

А звёзды нашей Галактики – лишь песчинки во вселенском океане. Основная масса находится очень далеко от нас.

Чтобы описать любое движение, нужно выбрать неподвижное тело. Оно станет точкой отсчёта, с которой мы свяжем систему отсчёта.

Системы отсчёта бывают инерциальными и неинерциальными. Неинерциальные движутся с переменной скоростью. Примером может стать автобус, в котором нас бросает из стороны в сторону. Другой пример неинерциальной системы отсчёта – вращающаяся карусель, в которой центробежные силы прижимают нас к краю.

В неинерциальных системах отсчёта НЕ ДЕЙСТВУЮТ законы классической механики. Поэтому описывать движение в них сложнее, чем в инерциальной системе отсчёта.

Вспомним формулировку инерциальной системы отсчёта. *Это такая система отсчёта, которая либо покоится, либо движется прямолинейно и равномерно.* В ней выполняются все законы классической механики, в том числе закон инерции. Именно относительно инерциальной системы отсчёта свободное тело либо покоится, либо движется по прямой линии и с постоянной скоростью.

Хотя, стоит сказать, реально во Вселенной свободных тел нет. Любая вещь, где бы она ни находилась, испытывает действие гравитации. На Земле или где-то вблизи нее это силы притяжения нашей планеты. В пределах Солнечной системы – притяжение со стороны светила. Если же она находится вдали от нашей планетной системы, то будет, по крайней мере, притягиваться к центру Галактики. Любое тело всегда будет испытывать гравитационное воздействие. Поэтому Первый закон Ньютона в какой-то степени можно назвать “идеализированным”.

Звёзды решают всё

В названиях “свободно движущееся тело” и “свободное движение” есть некоторая нелогичность. Судя по названию, свободно движущееся тело должно быть действительно свободным. А оно, напротив, движется строго с постоянной скоростью и строго по прямой линии. Мы, люди, вряд ли могли бы называть себя свободными, если бы всегда двигались только по заданному пути и совершали определённые действия. Это характерно для роботов. Свободный человек волен сам выбирать себе маршрут, поведение, поступки. Также, вроде бы, и свободное тело должно двигаться непредсказуемо. Поэтому вместо “свободно движущееся тело” правильное писать “абсолютно несвободное тело”.

Попробуем понять причину строго определённого движения “свободного” тела. Любой предмет вдали от звёзд (где гравитационное воздействие незначительно) будет двигаться одинаковым образом сколь угодно долго. И мы с абсолютной уверенностью сможем предсказать, где он окажется через месяц, год, десять лет... Что же заставляет предмет так двигаться, лишая его возможности перемещаться иначе?

В девятнадцатом веке австрийский физик Эрнст Мах выдвинул глобальную, интригующую гипотезу, согласно которой любое тело движется прямолинейно и равномерно *благодаря* всем звёздам, точнее, всей материи, которая есть во Вселенной. Именно совокупное вещество есть причина прямолинейного и равномерного движения. Оно как бы “удерживает” тело в “свободном” состоянии.

Гипотеза действительно глобальная и поначалу с трудом умещающаяся в голове. Чтобы её понять, нужно, как минимум, увидеть внутренним зрением Вселенную, почувствовать, как звёзды и другие космические объекты оказывают влияние на всё, что происходит в мире. Недаром эта гипотеза поначалу сильно заинтересовала многих учёных. Но как, как может осуществляться такая вселенская связь? Какие формулы, законы могут выразить её? Просто словесным описанием здесь не отделаться. Наука требует строгости и определённости.

И такие попытки – найти математическую связь между всеми звёздами и движением каждого тела – совершались. Даже Эйнштейн, создавая общую теорию относительности, надеялся, что она воплотит в себе гипотезу Маха. Он даже назвал гипотезу принципом, не сомневаясь в её истинности. Но когда теория была создана, оказалось, что принципу Маха в ней не нашлось места. Согласно общей теории относительности массы лишь незначительно искривляют окружающее пространство, но той глубокой причинной связи между всем веществом Вселенной и движением отдельного тела в ней нет.

Были и другие попытки создать теории, содержащие в себе принцип Маха. Но они также оказались безуспешными. Принцип Маха оставался лишь красивой гипотезой, о которой вскоре забыли. Лишь изредка в научной литературе можно было встретить упоминание о нем или слабые дискуссии, содержится ли он в общей теории относительности или нет. Были даже мнения, что этот принцип неверный.

Понять, верен этот принцип или нет, тоже оказалось непростой задачей. В физике всё решает эксперимент. А как проверить гипотезу Маха на практике? Ведь чтобы выяснить роль всех звёзд в движении тела по прямой линии, нужно удалить их из Вселенной. То есть сделать космос абсолютно пустым и

посмотреть, будут ли в этом случае тела перемещаться по прямой линии. Если да, то причина такого движения – вовсе не звёзды. Если нет, то налицо причинная связь между прямолинейным и равномерным движением и всеми звёздами во Вселенной.

Однако подобный эксперимент явно не осуществим. Мы никогда не сможем убрать все звёзды. К тому же, куда их вообще можно убрать? Мы пока ничего другого, кроме нашей Вселенной, не знаем. Так что, такой эксперимент ни реально, ни даже теоретически провести нельзя.

Но можно придумать другие эксперименты по проверке принципа Маха. Пусть они будут не такими прямыми, но главное – красноречиво доказывающими, верен принцип Маха или нет. Но об этом чуть позже.

На самом деле, есть одно косвенное подтверждение принципа Маха. Это тот факт, что Вселенная в целом не вращается. Вращаются планеты вокруг Солнца, галактики – вокруг оси, но сама Вселенная как целое не вращается. Ее угловая скорость равна нулю. Вы спросите, а какая может быть связь между возможным вращением Вселенной и принципом Маха? Дело в том, что если бы Вселенная вращалась, то это означало бы, что существует нечто, относительно чего могло бы происходить это вращение. А согласно принципу Маха Вселенная, пространство жёстко связаны с совокупной космической материей. Вне этой материи, то есть вне Вселенной, нет ничего, даже пространства. Там не может быть того “нечто”, относительно чего мог бы вращаться наш мир. То есть тот факт, что Вселенная как целое не вращается, есть некое подтверждение истинности принципа Маха, что Вселенная существует благодаря материи ее заполняющей.

Ко всему сказанному следует добавить следующее. Мах выдвинул свою гипотезу, когда ещё не было теории относительности и квантовой механики. Он описал её лишь в рамках классической механики. И сейчас, чтобы найти место принципу Маха в современной физике, по-хорошему, нужно учесть все достижения фундаментальных наук. А для этого нужна новая теория, гораздо более общая, чем существующие в настоящее время.

Не всё в мире относительно

Каждый день мы испытываем на себе силы инерции. Например, в автобусе. Нас то отбрасывает вперёд, когда машина тормозит, то назад – когда она увеличивает скорость, то в стороны – при поворотах. А когда автобус едет по неровной, ухабистой дороге, мы то и дело подпрыгиваем. Все эти

телодвижения – результат действия сил инерции. Некоторые ученые считают эти силы фиктивными, потому что они не имеют своего источника. Однако мы реально ощущаем их на себе, силы инерции порой доставляют нам дискомфорт. Если мы с закрытыми глазами покружимся какое-то время, то нас может затошнить. Да и тряску в автобусе вряд ли можно назвать приятной.

Наша планета, вращаясь вокруг своей оси, также испытывает силы инерции. И как результат имеет форму, слегка отличную от шара: на экваторе Земля немного “выпячена”, на полюсах, наоборот, как бы “вдавлена”. Такую сплюснутость имеют и остальные планеты, и Солнце, так как все они вращаются вокруг собственной оси.

Можно привести и другие примеры проявления сил инерции. Их никак нельзя игнорировать. Остаётся загадкой, откуда они взялись.

Вернёмся к гипотезе Маха, согласно которой все звёзды и вообще вся материя Вселенной определяют движение любого предмета. Если никакие силы на тело не действуют, оно движется по прямой линии с постоянной скоростью. Именно совокупная материя Вселенной “удерживает” тело в таком движении, не позволяя ему изменить свою скорость или свернуть с прямолинейного пути.

Но звёзды не только задают движение тела. Они еще и тот самый источник сил инерции. Да! Именно они своим воздействием удерживают космические объекты в состоянии прямолинейного и равномерного движения, препятствуя ускорению. И нужно приложить силу, чтобы они стали двигаться быстрее или замедлились.

Если бы не было звёзд, нас не бросало бы в разные стороны при движении автобуса, мы не испытывали бы головокружения при вращении. Отсюда можно сделать поспешный вывод, что в отсутствии звёзд мы жили бы в райских условиях: без неприятных трясок в транспорте и тошноте при кружении. С другой стороны непонятно, смогли бы мы вообще существовать без звёзд. Неясно, смогло бы существовать без звёзд само пространство.

Итак, выходит, в автобусе в разные стороны нас бросают силы, создаваемые звёздами! Именно звёзды заставляют нас испытывать тошноту и головокружение при вращении. То есть звёзды являются не только украшением космоса, таинственным и мерцающим. Они ещё и воздействуют на нас. Не только астрологически, сомнительно и двусмысленно. Это воздействие очень даже конкретное и осязаемое.

Воздействие звёзд можно назвать также вселенским трением. Мы привыкли к обычному трению. Катаясь на льду, мы останавливаемся из-за того, что на наши коньки или подошвы обуви действуют тормозящие силы со стороны льда. Из-за трения воздуха снежинки падают не так быстро, как камни. Они летят не спеша, плавно, порхая.

А звёзды создают трение совсем другого рода, хотя тоже препятствующее ускорению тела. Оно не зависит от того, где находится предмет: на Земле или в далёком космосе меж звёзд, где нет вещества, которое создаёт обычное трение.

Со времён Ньютона известно, что прямолинейное движение относительно, а вращательное абсолютно. Когда мы едем в поезде, то можем определить, что движемся, по убегающим деревьям и зданиям за окном. Но если мы будем смотреть через окно на другой поезд, который мчится с точно такой же скоростью, что и наш, то не поймем, перемещаемся мы или стоим на месте. Состав напротив будет неподвижным для нас. То есть прямолинейное движение относительно: если смотреть на деревья за окном, то мы мчимся с большой скоростью, а если смотреть на движущийся поезд, мы стоим.

А вращение не бывает относительным – только абсолютным. Кружась на карусели, мы всегда можем определить, что вращаемся. Даже с закрытыми глазами. Для этого достаточно прислушаться к ощущениям внутри себя. Согласно гипотезе Маха такой абсолютный характер вращение имеет благодаря всем звёздам Вселенной.

Без звёзд

Мы действительно никогда не удалим все звёзды. Это не в наших силах. Но мысленно мы можем это представить! В мыслях мы способны нарисовать что угодно. Например, абсолютно пустую Вселенную – без звезд, планет, галактик... Ну, разве только с Землей и Солнцем. Возможен ли такой мир? Смогли бы мы жить, работать, веселиться в нем? В принципе, и звёзды нам особо не нужны. Мы были бы полновластными хозяевами огромного пустого пространства. Нас не пугали бы падающие метеориты, пролетающие на близком расстоянии кометы. Потому что их просто не было бы. Учёные не ломали бы головы над всевозможными космологическими загадками. Астрологи не чертили бы графики жизни, подсказанные миганием далёких светил. И вообще не надо было бы лишней раз напрягать мозги, думая об устройстве мира и многих других тайнах бытия. Может, вот тогда бы и началась беззаботная жизнь?

Так давайте, давайте создавать такой мир! Тем более что он воображаемый. Для этого попросим какое-нибудь божество осторожно, по одной убирать звёзды и прочие космические объекты в какое-нибудь место, не имеющее никакого отношения к нашей Вселенной. А мы же со своей стороны попытаемся наблюдать за теми изменениями, которые произойдут с нами и с окружающими нас вещами.

Вначале мы ничего не будем замечать. Хотя счётчик по убиранию звёзд будет работать исправно. Вот исчезла одна звездочка, вот вторая, третья... Затем счёт пойдет на тысячи, миллионы. Однако мы почти ничего не будем замечать, продолжая жить обычной жизнью, учиться, работать, отдыхать. Хотя астрономы, изучая оставшиеся звёзды, начнут удивляться странным изменениям в космосе. Но это мелочи. Главное – в другом: постепенно мы начнем превращаться в необыкновенных людей. Внешне станем увеличиваться в размерах и размываться в очертаниях. Это можно сравнить с рисунком на воздушном шарике. Пока шарик не надутый, рисунок отчётливый. Но стоит начать наполнять его воздухом, изображение станет увеличиваться и терять чёткость. Помню, в детстве меня это растроивало. Сначала я любовалась ярким рисунком на маленьком резиновом лоскутке. Как правило, это были весёлые добродушные зверушки. Но как только шарик начинал раздаваться во все стороны, жизнерадостные животные тут же превращались в тускнеющих, толстеющих, скучных существ. И к тому времени, когда шарик становился очень большим, они меня переставали забавлять. Меня уже интересовал сам шарик, весело дергающий нитку в моей руке, скрипучий на ощупь и мечтающий взмыть в ещё не покорённые им небеса.

Но вернёмся к уменьшающейся Вселенной. Через некоторое время количество звёзд и другой материи заметно уменьшится, а, значит, станет маленьким и их воздействие. Когда звёзд было много, они удерживали свободные тела в состоянии прямолинейного, равномерного движения. А когда их число сильно сократится, сила звёздного воздействия тоже значительно уменьшится. В результате тело станет по-настоящему свободным. Например, без всякой причины оно сможет свернуть с заданного маршрута. Чем меньше звёзд, тем более спонтанным станет его движение. Кроме того, тело сможет двигаться сразу по двум или нескольким путям одновременно, то есть вести себя подобно частицам микромира! С уменьшением количества звёзд тело начнёт вести себя всё более странно.

Если сейчас неопределённость в микромире небольшая, то при проведении нашего эксперимента её будет становиться всё больше и больше. Это приведёт к тому, что атомы начнут

увеличиваться в размерах. Станут большими их ядра. Заметно разбухнут электронные оболочки. Но огромные атомы не способны существовать долго. Силы внутри их ядер, которые прочно удерживают вместе нейтроны и протоны, действуют на очень маленьких расстояниях. Ядра самых крупных атомов как раз имеют предельные размеры, на которых ещё действуют такие силы. Но по мере удаления звёзд ядерные объёмы перескочат через критическую величину, и атомы распадутся. Только легкие атомы будут стабильными, да и те постепенно «расклеятся». Чем больше звёзд уйдёт из Вселенной, тем больше атомов станут радиоактивными. Мир начнёт разрушаться. Всё сильнее и сильнее. И с последней звёздочкой угаснет даже самая слабая надежда сохранить Вселенную.

Воздействие звёзд можно сравнить также с атмосферным давлением. В повседневной жизни мы даже не задумываемся, какое значение играет та толща воздуха, которая над Землей и которая давит на нас. А ведь каждый человек испытывает на себе около тонны веса! На первый взгляд может показаться удивительным, как такая громада ещё не расплющила все живое и неживое. Более того, она оберегает нас. От разрыва. Если бы не было этой огромного воздушного одеяла, мы лопнули бы в прямом смысле этого слова. В чем-то мы похожи на глубоководных рыб. Когда их поднимают наружу, от перепада давления у них глаза вылезают из орбит. Чем выше мы поднимаемся над земной поверхностью, тем большее напряжение испытывают все клетки нашего тела. Поэтому в скафандрах космонавтов специально создают давление, равное атмосферному, чтобы не было катастрофических последствий.

Похожая ситуация и со всей вселенской материей. Без этой массы мы не смогли бы существовать. Не было бы ни звёзд, ни планет. Ничего не было бы. Но если атмосферное давление можно искусственно создать, например, в скафандрах или космических кораблях, то “звёздное давление” никак. Поэтому выйти “наружу” Вселенной мы не в состоянии.

Наконец, божество, старательно выполнявшее свою работу, говорит нам: “Вы освобождены от всех звёзд и других тел Вселенной, больше удалять нечего. Остались только вы на своей планете и ваше Солнце. Что прикажете делать дальше?” И что нам нужно отвечать ему?

На самом деле, мы ничего не сможем сказать, потому что нас уже просто не будет. Не будет Солнца, Земли, Вселенной. Атомы разрушатся. Мы все превратимся в ничто.

К счастью, эксперимент был только фантазией.

Дыхание запредельного

Убирая звёзды и другие космические объекты, мы подходим к особому состоянию пространства и времени, которое можно назвать первичным, небытием, абсолютom. Дадим ему имя Хаос. Почему? Да потому что оно радикально отличается от нашего обычного пространства. У нас властвует Порядок, который позволяет действовать законам природы, причём одинаково во всех уголках Вселенной. А в Хаосе царит полный беспорядок. Хаос – это вырожденное пространство, в котором нет ничего, и ничего быть не может в принципе. Ни одно тело, ни одна частица не могут существовать там. Даже если какое-то тело вдруг окажется в нём, оно вмиг “размажется” по Хаосу, его плоть будет принадлежать всему Хаосу. Не будет движения, не будет и покоя. Даже свет не сможет двигаться. Тот самый свет, скорость которого считается предельно высокой, никем и ничем не достижимой, вдруг остановится! Скорость света в Хаосе равна нулю. Потому что фотоны, как и всё остальное, перестают существовать в Хаосе.

Однако не всё есть ноль в этом чудовищном мире. Единственная величина там бесконечная. Это неопределённость. Можно сказать, неопределённость и есть мера Хаоса, мера полного беспорядка, мера вырожденности пространства.

Итак, убрав все звёзды, мы получили не абсолютно пустое пространство, в котором, в принципе, возможно существование планет и жизни. А мы получили Хаос.

Значит, звёзды – это сила? Своим воздействием, своим присутствием они строят наш мир. Они не только заполняют собой Вселенную, они, прежде всего, создают её! Создают пространство и даже время. Благодаря звёздам мы живём, видим прекрасный мир – вдали от Хаоса, небытия.

Хаос – вне Вселенной. Но ощущается ли он у нас? Да, в нашем мире он присутствует, но мы это практически не замечаем. Хаоса во Вселенной так мало, что чувствуют его лишь самые маленькие частицы. Проявляется это в неопределённости в их движении, в странном поведении их.

Хаос в «чистом виде» имеется только вне Вселенной, где ничего нет, только первичное, вырожденное состояние пространства-времени. Мы окружены Хаосом. Мы находимся в Хаосе. Наша Вселенная – это оазис внутри совершенно безжизненной пустыни.

В начале двадцатого века американский астроном Эдвин Хаббл открыл, что Вселенная – это не застывшее образование из сонма галактик. Вселенная расширяется, постоянно увеличиваясь в размерах. Естественно, возникает вопрос, куда или во что она

расширяется? Ответ: в Хаос. Как мощный ледокол, прорубающий скованную морозом воду, Вселенная воздействием своей материи создаёт в Хаосе пространство-время, предоставляя звёздам возможность двигаться всё дальше и дальше, предоставляя себе возможность расширяться. Вселенная всеми звёздами, всей материей покоряет, казалось бы, непокоримый Хаос.

Но покорение происходит не совсем бесплатно. Создавая пространство-время, Вселенная жертвует своей целостностью. И Хаос постепенно просачивается в наш мир. Первыми откликаются на это частицы микрокосма, что проявляется в неопределенности их движения. И чем дальше Вселенная будет расширяться, тем больше Хаоса будет в ней накапливаться.

Вроде бы понятно, что такое Вселенная. Понемногу становится ясным, что такое Хаос. Но что есть граница между Вселенной и Хаосом? Неужели, как только заканчивается Вселенная, сразу же начинается Хаос? И что такое тогда край Вселенной? Это полмгновения от смертоносной пропасти, называемой Хаосом? Или что-то другое? И есть ли на краю Вселенной звёзды?

Может показаться неожиданным, но края у Вселенной нет. Она непрерывно, на протяжении очень большого расстояния переходит в Хаос.

Представим, что мы сидим на фантастическом космолёте, имеющем “противохаосное” защитное устройство, и летим туда, где Вселенная превращается в ничто.

Сначала мы будем мчаться меж звёзд, наслаждаясь волнующим величием космических глубин. Мы будем лететь долго, очень долго. И очень долго будут восхищать нас далекие миры.

Но ничто не вечно в этом мире. Звёзды станут встречаться реже и реже. Пока, наконец, не исчезнут совсем. Вместо них нашему взору предстанет гигантская космическая пустыня.

Во Вселенной встречаются пустынные места. Они разделяют галактики друг от друга. Астрономы называют их межгалактическим пространством. Но та пустыня, в которой мы оказались, совсем другая, разрушающаяся. Это окаймление нашего мира толщиной во много-много световых лет, в котором и происходит переход Вселенной в Хаос.

Но почему эта пустыня существует вообще? Главный творец всего, что есть в нашем мире, включая пространство-время, – вся материя Вселенной. Когда заканчиваются звёзды, их воздействие ещё не прекращается. Оно долго и постепенно уменьшается в течение нашего полёта. Долго будет тянуться беззвёздная пустыня, пока, наконец, не явится Хаос.

Хаос находится за пределами Вселенной. А Вселенная, оазис жизни, окружена Хаосом, расширяется в Хаос. Хаос – это естественноеместилище нашей Вселенной. Мы не только окружены Хаосом, мы ещё и находимся в нем. Хаос – то изначальное, первичное, не нуждающееся в причине для своего существования.

Головоломки гравитации

Из школьных уроков физики мы знаем, что все тела притягиваются друг к другу. Но почему? Почему мы преспокойно ходим по круглой Земле, не боясь слететь с неё? Почему планеты Солнечной системы не покидают своё светило? Почему Луна миллионы лет так преданна Земле и будет преданна ей ещё столько же?

Почему всё на свете притягивается друг к другу?

Ответ простой и сложный одновременно. Мы не слетаем с нашей планеты благодаря гравитационному притяжению. Чуть подпрыгнем – обязательно вернемся обратно. На Земле мы не можем парить в невесомости, как в космосе. Мы связаны с ней гравитационными силами. Есть даже формулы, описывающие такое взаимодействие. Их знают практически все. Но где же кроется сложность?

А сложность в том, что до сих пор неясна природа гравитационного взаимодействия. Над загадкой поля тяготения до сих пор ломают головы лучшие умы человечества. Тем не менее, без этого знания учёные легко рассчитывают орбиты, по которым движутся планеты; создают космические корабли, способные преодолеть земное притяжение и полететь к другим планетам Солнечной системы. Природа раскрывает свои тайны неспешно. И человечество ещё не настолько старо, чтобы знать абсолютно всё. И это, наверно, неплохо. Ведь сколько интересного мы узнаем в будущем! Сколько открытий сделаем!

Каждое тело создаёт вокруг себя гравитационное поле, всё более слабеющее с расстоянием. В то же время сила притяжения зависит от массы. Чем тяжелее тело, тем сильнее гравитационное поле, распространяемое им. Рассмотрим это на примере нашей планетной системы. Самое крупное тело в ней – Солнце. Поэтому и вращаются вокруг него все планеты. Они не движутся вокруг Земли, потому что её масса намного меньше солнечной.

Другой пример – наша планета и естественный спутник. По Земле мы шагаем твердой походкой. А на Луне другая ситуация. Чтобы более-менее уверенно ходить по лунному грунту, нам придётся обуться в тяжёлые свинцовые сапоги, чтобы не

прыгнуть далеко. Всё это объясняется тем, что Земля гораздо тяжелее главного ночного светила.

Есть две основные величины, которые характеризуют гравитационные возможности тела. Одна называется напряжённостью гравитационного поля, другая – гравитационным потенциалом. Между ними есть принципиальное различие. Обе величины одинаково возрастают с увеличением массы тела, но по-разному уменьшаются с расстоянием. Напряжённость уменьшается пропорционально квадрату расстояния, а потенциал – пропорционально расстоянию, без всякого квадрата. Кроме того, напряжённость – величина, которая имеет направленность, то есть это вектор. А потенциал – скаляр, то есть просто цифра.

Напряжённость ещё называют гравитационным полем. Величина поля – это сила, действующая на тело массой один килограмм, то есть единичная сила. А гравитационный потенциал – это работа, которую надо совершить над телом массой один килограмм, чтобы вывести его из поля тяжести.

В центре нашей планеты гравитационное поле равно нулю. Это потому, что поля, создаваемые разными частями Земли, в центре будут компенсировать друг друга. Получается, там самая настоящая невесомость. Ведь отсутствие гравитационного поля как раз и означает, что в этом месте тело не имеет веса. Если бы в центре Земли была полость, и мы каким-то образом смогли в ней оказаться, то парили бы там, словно в открытом космосе.

А вот гравитационный потенциал в центре Земли не нулевой. Более того, он имеет там самое большое значение. Гравитационный потенциал – это, по сути, работа. И нужно немало потрудиться, чтобы вынести тело из сердцевины планеты на её поверхность. Потенциалы от разных частей земного шара в центре просто складываются, а не уничтожают друг друга, как в случае с векторами гравитационного поля. А разность гравитационных потенциалов в центре Земли и на её поверхности – это работа, которую нужно совершить, чтобы выволить тело из планетного ядра наружу. Эта величина не маленькая. Вылезти из центра Земли на её поверхность – это всё равно, что пятьсот раз подняться на самую высокую гору в мире – Эверест. Для вылета из земного ядра необходимо ускориться до восьми километров в секунду. Эта как раз первая космическая скорость – скорость, необходимая ракете, чтобы преодолеть земное притяжение и выйти на околоземную орбиту. Так сильно отличаются величины гравитационного потенциала в центре Земли и на её поверхности.

Звёзды не только светят

Мы подошли к важному вопросу. Поговорим о гравитационном потенциале, создаваемом звёздами. Возьмём какую-нибудь точку на земле. Пусть это будет кончик вашего носа. Как вы думаете, каким будет в этой точке гравитационный потенциал, создаваемый вселенской материей? Конечно, вклад каждой отдельно взятой звезды будет казаться очень-очень маленьким, потому что все космические тела слишком далеки от нас. До них не долететь ни на одном космическом корабле. Даже фотоны мчатся от галактик много миллионов лет. А нам за светом не угнаться никогда!

Да, гравитационный потенциал от отдельной звезды чрезвычайно мал. Но ведь звёзд много, бесконечно много, их общее количество – фантастическое число с двадцатью тремя нулями – 10^{23} . И каждая из них создаёт гравитационный потенциал. Так что на кончике вашего носа набирается почти немыслимая величина. А мы об этом и не ведаем. Но нужно ли нам такое знание? О чём говорит гигантская цифра?

О многом.

Эта цифра чрезвычайно важная, определяющая законы физики. Благодаря огромности этой величины наш мир такой, какой есть. Это гравитационный потенциал от всех звёзд Вселенной. И не только звёзд. Ведь в космосе летает и много других тел. Все они имеют массу и создают гравитационный потенциал.

Выходит, на кончик вашего носа «давит» гравитационный потенциал, создаваемый всей материей Вселенной. И не только на кончик носа, но и на все остальные точки тела и, вообще, на все точки космоса. Причём, если убрать, скажем, нашу Галактику, а вместе с ней и несколько соседних, то эта величина практически не изменится, потому что масса оставшейся Вселенной невообразимо больше.

Сила маленьких формул

Толчком к созданию теории гравитации на квантовой основе послужили три небольшие формулы. Они настолько маленькие и настолько простые, что поначалу даже не верится, что они могут иметь какую-то силу и значение для науки. Когда Василий впервые показал их мне, я не совсем поняла, что это такое. Некоторое время я молчала, недоумённо смотря на несколько символов в трёх уравнениях, олицетворяющих вроде как фундаментальные законы природы. Через некоторое время я,

наконец, оторвала взгляд от листка бумаги. Мне было трудно скрыть разочарование.

И это всё?

И это называется открытием? Но почему уравнения такие маленькие? Разве нельзя было придумать что-нибудь серьёзнее? Ну, что могут объяснить два символа, объединённых знаком равенства, минуса и квадратной степенью? Я, как и многие другие, привыкла, что настоящее открытие подразумевает обилие длинных формул и сложных математических расчётов.

Как оказалось, маленькие формулы всё же таят в себе силу, причем громадную. И это вполне естественно. Часто большие уравнения не имеют никакой силы. А маленькие обладают колоссальной мощью. Коротенькие формулы теории Ньютона гораздо чаще используются на практике, чем громоздкие тензорные уравнения общей теории относительности. Например, при расчётах движения космических аппаратов практически не применяются уравнения общей теории относительности, «в ходу» простые законы Ньютона. Главная формула квантовой механики – короткое соотношение неопределённостей Гейзенберга. И таких примеров большой силы маленьких формул в науке немало.

Значит, я была неправа, думая, что маленькие формулы квантовой теории гравитации Василия Янчилина слишком просты, чтобы что-то объяснить. Теперь я уверена, их потенциал ещё не раскрыт. Но даже того, что они успели рассказать, для современной науки много.

Первая формула

Итак, формулы. Как они выглядят, о чём говорят?

Первая выглядит так:

$$c^2 + \Phi = 0$$

Символ c означает скорость света, которая, как известно, самая высокая и недостижимая. Такая скорость может быть только у фотонов – переносчиков света. Другой символ Φ – гравитационный потенциал, создаваемый всеми звёздами, абсолютно всей материей Вселенной. Мы уже говорили о нём и знаем, что это такое. Подчеркнём, гравитационный потенциал Вселенной отрицательный: $\Phi < 0$. Обычно, говоря о потенциале, имеют в виду разность потенциалов, например, между вершиной горы и её основанием. Или между поверхностью Земли и околоземным космическим пространством. За нулевой, или точку отсчёта, мы примем потенциал за пределами мирового гравитационного поля, то есть на границе Вселенной.

Абсолютное значение Φ – это энергия, которой должно обладать тело массой в один килограмм, чтобы «вырваться» из поля притяжения Вселенной.

Получается, гравитационный потенциал определяет скорость света? Но ведь базис специальной теории относительности – принцип постоянства скорости света. Выходит, Эйнштейн был не прав? Вовсе нет. Знаменитый физик не утверждал, что на световую скорость ничто не влияет. Он лишь имел в виду, что эта величина не зависит от движения наблюдателя. Скорость луча света всегда будет постоянной, независимо от того, неподвижно мы смотрим на этот луч или мчась на космическом корабле. А вот в случае с черепахой ситуация совсем другая. Если мы будем стоять, то это животное проползет мимо нас очень медленно. Если же мы пойдем с черепашьей скоростью, то существо под панцирем нам покажется неподвижным. А если нам надоест топтаться почти на месте, и мы захотим умчаться, то черепаха начнёт сильно отставать, как бы удаляясь от нас назад. Со светом же всё по-другому.

Скорость света и гравитационный потенциал, соединившись в одной формуле, способны осветить пониманием некоторые тайны мироздания. Например, рассказать о том, что находится по ту сторону Вселенной.

Это уравнение Василий Янчилин открыл, будучи восемнадцатилетним студентом. Кардинальные шаги в науке делают именно молодые.

Василий рассказывал мне о состоянии, овладевшим им, когда он, наконец, нашёл решение задачи, интересовавшей его ещё со школьных лет: влияют ли звёзды на Вселенную, пространство?

Предстояла студенческая конференция, на которой Василий собирался выступить с докладом о проблемах квантовой механики. Нужно было срочно дописать текст. Но его мыслями вновь овладела задача, не оставлявшая его в покое еще со школьных времён. Так всё-таки, влияют ли звёзды на пространство? И если да, то как? Неужели он никогда этого не узнает? Ни в коем случае! Обязательно узнает! Ведь это так интересно. Настолько интересно, что ничем другим уже невозможно заниматься.

Но пока всё представлялось слишком смутно. Когда Василий пытался представить пространство без звёзд, его со всех сторон окутывал густой туман, мешая увидеть истину, тайну. Он не мог зацепиться взглядом за это пространство без звёзд, без материи. Оно было рядом, но оно было невидимо, неосяземо.

Он чувствовал, для того, чтобы увидеть истину, нужно сделать шаг – в сторону чего-то принципиально нового, неизвестного пока знания. Но куда сделать этот шаг, если кругом лишь беспросветные сумерки? Он находился в состоянии зыбкости и лёгкого озноба.

Но этот шаг непременно нужно сделать! Чего бы это ни стоило. Такое состояние на пороге открытия знакомо не многим. Поэтому не все, наверно, смогут понять весь драматизм происходившего тогда с дерзким студентом. Интуиция была его главным помощником и проводником в неизведанное. Именно интуиция помогла ему сделать тот самый решающий шаг. Который можно назвать озарением, внезапной вспышкой, погружением в бездну...

И как только был сделан шаг, плотный туман исчез, он сконденсировался в одну прозрачную, словно увеличительное стекло, каплю, сквозь которую отчётливо была видна главная формула. Та самая, связывающая гравитационный потенциал, создаваемый всей Вселенной, и квадрат скорости света.

Василий рассказывал, как он был потрясён красотой этой лаконичной и всеобъемлющей формулы. В ней, словно в магическом кристалле, он увидел отражение глубокой гармонии, пронизывающей Вселенную.

Но вновь рассудок взял верх. Первооткрыватель решил проверить явившееся ему уравнение. Например, вычислить массу Вселенной. Скорость света известна. Формула для вычисления гравитационного потенциала тоже известна (гравитационная постоянная, умноженная на массу Вселенной и поделённая на её размер). Подставив все известные величины, Василий получил значение массы Вселенной, которая оказалась равной приблизительно 10^{53} килограмм. А, открыв справочник по физике, был удивлён, что найденная величина как раз находится в предполагаемых пределах. Итак, первую проверку формула выдержала.

Затем он рассчитал величину изменения скорости света в течение года. За этот период Земля подходит к светилу то ближе, то дальше. Из-за этого гравитационный потенциал, создаваемый Солнцем на нашей планете, изменяется. Значит, циклично меняется и скорость света. Так вот, оказалось, что разница не превышает 10 сантиметров в секунду. Василий снова открыл справочник по физике. Выяснилось, скорость света измерена с точностью до 1,2 метров в секунду. Получается, годичную вариацию скорости света никак не могли бы заметить при такой точности измерений. Во всяком случае, эксперименты по измерению скорости света не опровергают Первую формулу.

Были и другие проверки. И ни разу Василий не находил каких-либо противоречий с данными современных наблюдений.

Лишь спустя немало времени он узнал, что учёным уже было известно это удивительное совпадение гравитационного потенциала Вселенной и квадрата скорости света. А известный американский физик Ричард Фейнман даже считал такое совпадение “величайшей загадкой природы”.

Но Василий Янчилин рассматривал это равенство не просто как случайное совпадение. Это действительно *закон природы*, который показывает, каким образом скорость света зависит от гравитационного потенциала, создаваемого Вселенной. Может, для того чтобы прийти к этому закону, как раз и нужно было шагнуть в Хаос...

Та самая маленькая формула пришла из Хаоса, можно ведь и так сказать. И для того чтобы сделать открытие, нужно было... всего лишь ступить по ту сторону пространства, Вселенной.

Итак, на краю Вселенной, где прекращается влияние звёзд, начинается другой мир. Там перестают действовать законы физики и математики. Там останавливается даже свет. И это не нонсенс, что скорость света где-то равна нулю. Однако потребуется время, чтобы сознание привыкло к этому.

Вне Вселенной – царство Хаоса. Это одно из величайших знаний, которое даёт Первая формула.

В Хаосе всё становится с ног на голову. Мир перестаёт быть привычным. Он становится иным.

А как меняется быстрота фотонов внутри Вселенной? Скорость света зависит от гравитационного потенциала. Значит, она может быть разной, скажем, в нашей галактике и какой-нибудь другой. Вдали от крупного скопления влияние звёзд слабее, гравитационный потенциал ниже, значит, и световая скорость ниже. А внутри скопления, особенно вблизи массивных объектов, гравитационный потенциал выше, и скорость света, выходит, тоже выше. Однако различие в значениях гравитационного потенциала в пределах Вселенной незначительно, поэтому скорость света также меняется незначительно.

Гораздо быстрее свет двигался давным-давно, в ранней Вселенной. Тогда галактики и звёзды были ближе друг к другу, поэтому общий гравитационный потенциал, который они создавали, был значительно выше, чем сейчас. А, значит, и свет мчался стремительнее. Мир стареет, и свет тоже теряет свою молодость, теряет былую силу движения.

Чем дальше в прошлое мы начнём проникать в своём воображении, тем более плотная Вселенная будет представлять перед нами. Свет достигает любой точки почти мгновенно.

Звёзды слишком близки друг к другу, и Вселенная сияет просто ослепительно. В таком мире мы не могли бы жить. Его условия слишком жёсткие для нашего хрупкого организма.

Если же мы отправимся в далёкое будущее, то обнаружим Вселенную, сильно увеличенную в размерах. Галактики ещё больше удалятся друг от друга. Гравитационный потенциал, создаваемый вселенской материей, станет значительно ниже. И скорость света сильно понизится. Наш мир всё больше будет похожим на Хаос.

Итак, формула раскрыла ещё одну тайну. Со временем скорость света уменьшается. Если в ранней Вселенной она имела почти бесконечное значение, то в дальнейшем будет уменьшаться вплоть до нуля.

Ну а если рассматривать современный мир, то скорость света у нас тоже меняется, только незначительно. В пустом пространстве между звёздами и галактиками она чуть меньше, возле массивных звёзд чуть больше.

Вторая формула

Если Первая формула возникла почти случайно, то Вторая формула, скорее, вытекала из Первой. Одного уравнения не достаточно. Ещё одна постоянная величина должна явно зависеть от количества материи во Вселенной, быть неким “индикатором” Хаоса.

Вторая формула была получена через несколько месяцев после открытия Первой. Её открытие было не столь драматичным. Юному физик у уже был знаком Хаос. И было ясно, этот Хаос не только за пределами Вселенной. В некотором количестве он присутствует и в нашем мире. Значит, должна быть величина, которая определяет «количество Хаоса». Очевидно, это постоянная Планка. Именно она должна быть мерой Хаоса, мерой неопределённости, или беспорядка.

Итак, давайте посмотрим, как выглядит Вторая маленькая формула. Она имеет вот такой вид:

$$\hbar^2\Phi = \text{const}$$

Это уравнение также объединяет всего две величины, одна из которых – постоянная Планка \hbar , которая, по сути, есть «мера Хаоса». В квантовой механике она характеризует неопределённость в движении частиц. Чем больше постоянная Планка, тем больше неопределённости в микромире. А вторая величина – уже знакомый нам гравитационный потенциал Φ , который создаёт вся материя Вселенной. Получается, эта величина содержится и в Первой, и во Второй формулах.

Выходит, гравитационный потенциал настолько важен, что от него зависят одни из самых важных фундаментальных постоянных, такие как скорость света и постоянная Планка. Количество материи во Вселенной и её воздействие непосредственно “создают” очень важные величины, характеристики нашего мира. А такое воздействие всех звёзд, всей материи на фундаментальные величины и есть, по сути, принцип Маха. Всё вещество, которое только есть в космосе, создаёт пространство. Если бы не было материи во Вселенной, гравитационный потенциал был бы равен нулю. А это, согласно Первой и Второй формул, привело бы к тому, что скорость света была бы нулевой, а вот постоянная Планка, наоборот, бесконечной. Не было бы материи, не было бы и пространства. Вернее, это было бы особое пространство – Хаос.

Вторая формула, в каком-то смысле, дополнение Первой формулы и тоже о многом говорит. Оба уравнения выпукло описывают и наше пространство, и то, что находится вне него, то есть Хаос.

Согласно Второй формуле в Хаосе постоянная Планка имеет бесконечно большое значение. А во Вселенной она очень маленькая, но всё же ненулевая. Это означает, что в нашем мире хоть немного беспорядка, но есть. Хаоса в нашем мире настолько мало, что мы его не замечаем. Такое количество могут чувствовать лишь самые маленькие частицы. Даже от небольшого присутствия Хаоса они слегка “сходят с ума”. Их движение не поддаётся логике здравого смысла. Поведение элементарных частиц никак нельзя предсказать. Они сами не знают, куда их завернёт в следующее мгновение.

Попробуем теперь применить Вторую формулу к очень ранней Вселенной. А также послушаем, что она расскажет о далёком будущем.

Очень давно, когда мир только зарождался, гравитационный потенциал был огромный. Значит, согласно Второй формуле, постоянная Планка была очень маленькой, гораздо меньше, чем сейчас. А это, в свою очередь, говорит о том, что Хаоса тогда было совсем мало, намного меньше, чем сегодня. Выходит, и неопределённости на заре Вселенной было также меньше. И частицы вели себя менее странно, они больше походили на большие тела.

А в далёком будущем, когда Вселенная из-за постоянного расширения станет больше, гравитационный потенциал значительно уменьшится. Согласно Второй формуле значение постоянной Планка существенно увеличится. Во Вселенной будет гораздо больше Хаоса. Частицы микромира совсем сойдут

с ума. Да что там частицы! Весь мир станет более непредсказуемым.

Непредсказуемый характер движения элементарных частиц можно сравнить с мыслями. Мы никогда не будем уверены, какая идея овладеет нами в следующее мгновение. Также и с частицами. Нам не узнать, куда она завернёт в следующее мгновение. Ни один сверхмощный компьютер не сможет вычислить это. Вот что приносит Хаос в наш мир.

А меняется ли постоянная Планка в современном мире? Да, и это также видно по Второй формуле. В разных местах Вселенной гравитационный потенциал имеет разные значения. Там, где он меньше (например, между галактиками), постоянная Планка чуть-чуть больше. А там, где гравитационный потенциал больше (скажем, возле массивной звезды), постоянная Планка меньше. Эти отличия совсем маленькие, тем не менее, они есть.

Мы здесь, вроде, сталкиваемся с несоответствием. Как это постоянная величина может быть больше или меньше? Она по определению – постоянная, то есть не меняющаяся. И постоянная Планка должна быть неизменной, всегда и везде одного и того же значения: $\hbar = 1,055 \cdot 10^{-34}$ джоуль×секунда (размерность энергии, умноженной на время).

Постоянная Планка постоянная в том смысле, что она одинакова для всех частиц (протонов, электронов...), но в разных местах Вселенной она может отличаться.

Взглянем ещё раз на Вторую формулу, которая показывает, что произведение постоянной Планка в квадрате и гравитационного потенциала Вселенной есть постоянная величина. То есть, это произведение – “более постоянная” и “более фундаментальная” величина, чем сама постоянная Планка, которая может меняться в зависимости от гравитационного потенциала. Увеличится потенциал – постоянная Планка уменьшится, и наоборот.

И Первая, и Вторая формулы не только описывают Хаос, но и предсказывают его. Если проявить фантазию и пуститься в путешествие к границам Вселенной, то эти уравнения красноречиво расскажут, что будет происходить вдоль нашей дороги, что случится у границ Вселенной и за её пределами.

За пределами нашего мира – Хаос. А так как неопределённость там бесконечная, то, можно сказать, Хаос есть неопределённость в чистом виде.

Но что мешает Хаосу захватить власть над нашим миром? Снова посмотрим на наши формулы. Мощнейшее противодействие безумному беспорядку – гравитационный

потенциал. “Ограничители” Хаоса – звёзды, галактики, всё-всё, что наполняет Вселенную и обладает массой.

Мы ещё раз убеждаемся, что звёзды нам нужны не только для красоты. Без них просто не было бы жизни!

Теперь, наверно, стало понятней, какой смысл таят в себе две маленькие формулы. Они нам говорят такое, что не совсем пока укладывается в голове. Например, что в далёком-далёком будущем мы, люди, тоже сможем раздваиваться, растравиваться и находиться в разных местах одновременно. Мир будет похож на фантастический фильм. То, что сейчас происходит с невидимыми частицами микромира, будет твориться и с нами!

Третья формула

Считается, что массы элементарных частиц фундаментальные постоянные. Но реально это не так. Мы уже знаем, что и скорость света, и постоянная Планка зависят от гравитационного потенциала Вселенной. Массы частиц тоже зависят от потенциала. Выглядит эта зависимость так:

$$m^2\Phi = \text{const}$$

Уравнение очень похоже на Вторую формулу, только вместо постоянной Планка в ней стоит масса частицы.

Итак, к двум фундаментальным величинам – скорости света и постоянной Планка – прибавилась ещё одна, которая тоже определяется гравитационным потенциалом Вселенной. Это – массы элементарных частиц.

Как видно из новой формулы, чем больше гравитационный потенциал, тем меньше масса частицы. Получается, в очень далёком прошлом, когда гравитационный потенциал Вселенной был намного больше, чем сейчас, массы частиц были меньше. И, наоборот, в будущем, когда гравитационный потенциал Вселенной сильно уменьшится, массы частиц увеличатся. Частицы станут тяжелее.

Изменение масс элементарных частиц (а, значит, и масс всех тел, которые состоят из элементарных частиц) имеет простой физический смысл. Скорость расширения Вселенной со временем уменьшается, уменьшается и её кинетическая энергия, она переходит в «вещество» элементарных частиц. Как следствие, их массы увеличиваются.

Посмотрим теперь, как изменяются массы частиц внутри Вселенной. Вблизи массивной звезды они уменьшаются, вдали – увеличиваются.

Это очень интересный факт, что массы частиц зависят от гравитационного потенциала. И это, как будет видно дальше,

поможет нам решить некоторые проблемы космологии и астрофизики.

Мы получили все три формулы, которые легли в основу новой теории гравитации. Они – фундамент, на котором строится интересная теория, имеющая много любопытных следствий, отвечающая на многие вопросы физики и космологии. К тому же, эту теорию, что очень важно, можно проверить экспериментально.

