

Валерий Пакулин

Структура материи

Вихревая модель микромира

Научно-техническая фирма «ИСТРА»

Санкт-Петербург 2012

УДК 530.145+539.1
ББК 22.31
П49

Пакулин В.Н.
Структура материи.
Вихревая модель микромира.
СПб, НТФ «ИСТРА», 2012 г. — 120 с. с илл.

Самоорганизация Вселенной — самый яркий пример возникновения порядка из хаоса в неравновесной системе. Развитие материи началось с инфляции после Большого Взрыва первичной праматерии. В плотной сплошной среде праматерии возникли квантовые флуктуации в виде вихрей. Положительную обратную связь обеспечивало расширение горячей Вселенной. Образование устойчивых вихревых структур происходило с выделением энергии связи, т.е. с уменьшением энтропии. Вихри образовали проточную среду высокоэнергичных частиц — поле. Квантовые флуктуации в среде поля привели к образованию вещества.

Дискретные уровни вещества имеют более низкую энергию, чем уровни поля. Дальнейшее усложнение структуры вихревых частиц вещества связано с взаимодействием их с полевым уровнем — электромагнитным полем. Это привело к появлению у частиц не только массы, но и заряда, что обеспечило возможности их соединения в атомы и молекулы. Дальнейшее усложнение структуры соединений привело к громадному разнообразию видов и форм вещества на Земле и к возникновению жизни. В космосе благодаря процессам гравитационного притяжения между фрагментами вещества образовались звезды и галактики. Эволюция вещества завершается процессом собирания галактик в черные дыры, ядром которых является первичная праматерия.

В работе обсуждается иерархическая схема энергетических уровней квантовых полей и вещества. Описаны вихревая модель микромира, механизм взаимодействия микрообъектов и структура фундаментальных и некоторых метастабильных частиц. Предложен механизм взаимодействия фотонов с атомами вещества. Построены физические модели атомов и молекул как вихревых образований.

Предложены схематические модели первичной материи, темной энергии, темной материи и черных дыр. Анализ свойств вихревого поля позволил выяснить сущность фундаментальных взаимодействий. Проведена модификация уравнений Максвелла и показан вихревой характер радиоволн. В рамках этих представлений выявлен физический смысл основных физических понятий: массы, заряда, электричества и тяготения.

Цель работы — построение иерархической наглядной модели окружающей среды и использование этой модели для целостного целенаправленного восприятия мира. Книга предназначена для всех, кто интересуется физикой и философией естествознания.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1. Энергетические уровни и развитие материи	11
1.1. Научное познание и моделирование	11
1.2. Энергетические уровни	14
1.3. Энергетические уровни материи в природе	18
1.4. Энергетические уровни и дополнительные измерения	24
1.5. Основные свойства вихрей	31
2. Структура фундаментальных и метастабильных частиц	34
2.1. Поле и частицы	34
2.2. Первое семейство фундаментальных частиц	36
2.3. Второе семейство фундаментальных частиц	42
2.4. Особенности структуры протона	45
2.5. Метастабильные частицы	47
2.6. Нейтроны	48
2.7. Пионы	50
2.8. Гипероны	52
2.9. Схема образования частиц	52
3. Оценка параметров частиц	53
3.1. Продольная и поперечная массы электрона	53
3.2. Заряд электрона	55
3.3. Волновые характеристики электрона	57
3.4. Масса фотона	58
4. Моделирование взаимодействий	60
4.1. Пример модели сильного взаимодействия	60
4.2. Примеры электромагнитного взаимодействия	64
4.3. Моделирование взаимодействия фотонов с веществом	67
4.4. Моделирование дифракции частиц	68
4.5. Моделирование слабого взаимодействия	70
4.6. Моделирование гравитационного взаимодействия	71
4.7. Моделирование формирования космических объектов	80
5. Электрические и магнитные поля	85
5.1. Первая модификация уравнений Максвелла	89
5.2. Вторая модификация уравнений Максвелла	91
6. Примеры решений уравнений Максвелла	94
6.1. Решения уравнений Максвелла	95
6.2. Плотность энергии и вектор потока энергии поля	98
6.3. Модель электромагнитной индукции	99
6.4. Модель распространения радиоволн	102
Заключение	104
Литература	107

Введение

Основы современных представлений о мире создал Галилео Галилей (1564-1642). Его работы определили победу гелиоцентрической системы мира. Особенно значительным является его вклад в механику: закон инерции, закон сложения движений, принцип относительности движения и др. Галилей нанес удар аристотелевским догматическим представлениям об абсолютно легких телах (огонь, воздух). В ряде остроумных опытов он показал, что воздух — тяжелое тело. Он даже определил его удельный вес по отношению к воде.

Основа мировоззрения Галилея — признание существования мира вне и независимо от человеческого сознания. Он считал, что мир бесконечен, а материя вечна. Во всех процессах, происходящих в природе, ничто не уничтожается и не порождается — происходит лишь изменение взаимного расположения тел или их частей. Материя состоит из абсолютно неделимых атомов, ее движение — единственное, универсальное механическое перемещение. Небесные светила подобны Земле и подчиняются единым законам механики. Все в природе подчинено строгой механической причинности.

Подлинную цель науки Галилей видел в отыскании причин явлений. Познание внутренней необходимости явлений есть высшая ступень познания. Исходным пунктом познания природы Галилей считал наблюдение, а основой науки — опыт. Он отвергал попытки схоластов добыть истину из сопоставления текстов признанных авторитетов и путем отвлеченных умствований. Галилей утверждал, что задача ученого — «...изучать великую книгу природы, которая и является настоящим предметом философии». Тех, кто слепо придерживался мнения авторитетов, не желая самостоятельно изучать явления природы, Галилей называл «раболепными умами», считал их недостойными звания философа и клеймил как «докторов зубрежки». В 1737 г. прах Галилея был перенесен во Флоренцию и погребен рядом с Микеланджело.

Со времен Галилея развитие физики происходит в виде постоянной смены эпох абсолютного рационализма и абсолютного формализма. Период до 1740 г. сто лет был периодом полного господства картезианцев — сторонников учения Рене Декарта (1596-1650) о вихревой природе материи. В частности, в 1690 г. Гюйгенс опубликовал свой трактат о свете, построенный на гипотезе вихревого эфира. И. Бернулли, его сын Д. Бернулли, Маклорен, Эйлер, Био, Мопертюи, Лейбниц были сторонниками близкодействия через вихревой эфир. Именно Р. Декарт и Гюйгенс теоретически отшлифовали и придали четкость научным открытиям Галилея.

Последующие сто лет прошли под знаком физики Ньютона (1643-1727). Уже в своих «Началах» (1687) Ньютон отходит от декартовской гипотезы эфира. Он вводит противоречащий ей Первый Закон:

«Всякое тело продолжает удерживаться в своем состоянии покоя или равномерного и прямолинейного движения, пока и поскольку оно не понуждается приложенными силами изменить это состояние».

В научных трудах того времени прежде, чем делать математические выкладки, следовало точно и ясно изложить и доказать исходные принципы, как это делал, например, Декарт. Но Ньютон не посчитал нужным объяснить механизм этого закона ни своей гипотезой, ни через существующие представления. Осталось неясным, каким образом «*понуждаются*» к изменению движения тела, находящиеся на большом расстоянии друг от друга. Не были выяснены причины самого инерциального движения. Ньютон не предложил модель, объясняющую природу «инерционной» и «гравитационной» масс всех известных тел. Для сравнения приведем формулировку закона инерции Галилея, опубликованного в 1638 г.:

«Всякое физическое тело, покоящееся или движущееся в физической среде с постоянной скоростью прямолинейно или по окружности вокруг центра инерции, будет продолжать это движение вечно, если другие физические тела или среда не окажут сопротивления этому движению. Такое движение есть движение по инерции».

Совершенно необоснованным был у Ньютона и закон тяготения, который он заимствовал у Гука. В своих «Началах» он старательно избегает вопроса о причинах тяготения, просто перешагивая через это объяснение. Тем самым Ньютон ставил свою физику вне общепринятой физики того времени, вне науки. Слишком многим были чужды его стиль, метод и доказательные схемы. Тому поколению было трудно отказать от здравого смысла и принять ньютоновскую теорию дальнего действия, где передача сил и движения объясняется «*божественной волей*».

Хотя сам Ньютон был диалектиком, но его последователи превратили ньютоновский относительный формализм в абсолютный. Рубежом смены эпох стала работа Сигорна (Sigorn) «Физико-математическое доказательство невозможности и недостаточности вихрей» (1740 г.). «С тех пор, — говорит историк науки Розенберг, — картезианство было как будто вырвано с корнем из почвы естественных наук. Оно сделалось, как раньше слово схоластика, общим понятием всего плохого, существенным обозначением всего естественнонаучно бесплодного, устрашающим примером фантастического философствования, пугалом, которым страшат больших и малых ребят науки». Все физические представления, конечно, остались, но чаще всего в виде названий неизвестным причинам. Приверженцы «чистого описания» «гипотез не измышляли». Однако математический анализ явлений в этот период достиг весьма большой высоты. Достаточно упомянуть «Аналитическую механику» Лагранжа (1788 г.).

Эпоха описательного формализма снова продолжалась почти сто лет. Но сам ход развития науки возродил картезианство в еще большем блеске, чем ранее. Обществу потребовались новые идеи, а формалисты дать их принципиально не могли. Как часто бывает, силы прогрессивного научного движения возникли вначале не в официальной научной среде. Медик Юнг (1773-1824) и инженер путей сообщения Френель (1788-1827) стали основоположниками волновой оптики в начале XIX века. Они объяснили явления дифракции и интерференции на основе механических представлений об эфире.

Наибольшее значение для будущего имели работы М. Фарадея (1791-1867). Сын кузнеца, выучившийся на переплетчика, он стал основоположником учения об электромагнитном поле, открыл законы электромагнитной индукции и законы электролиза. Он ввел представление о силовых линиях, открыл явления парамагнетизма и диамагнетизма, установил вращение плоскости поляризации света в магнитном поле. Именно он в 1832 г. высказал мысль о том, что распространение электромагнитных взаимодействий есть волновой процесс, происходящий с конечной скоростью.

Майкл Фарадей не принимал саму идею действия сил в электрическом поле на расстоянии. Он верил в непрерывную связь между взаимодействующими телами. Частицы, утверждал Фарадей, соединены жгутами — зарядовыми трубками. В начале каждой трубки находится единица положительного заряда, а в конце — единица отрицательного заряда. Движение зарядовых трубок вызывает магнитную силу.

А.Г. Столетов писал: «Никогда со времен Галилея свет не видал столько поразительных и разнообразных открытий, вышедших из одной головы». Однако при жизни ученого официальные академики не признавали «плебейские фантазии» этого «лабораторного сторожа и недоучки».

Окончательный поворот к рациональному материализму в физической науке происходит в 1858 г., когда появилась работа Гельмгольца (1821-1894) «Об интегралах уравнений гидродинамики, соответствующих вихревым движениям». Работе Гельмгольца предшествовали разработки вихревой теории материи в трудах целого ряда крупнейших ученых: Навье (1785-1836), Коши (1789-1857), Пуассона (1781-1870), Гамильтона (1805-1865), Стокса (1819-1903), Мак-Куллоха (1809-1847). Гельмголец доказал, что циркуляция скорости жидкости вдоль некоторого контура постоянна, если действующие силы имеют потенциал. Это относится и к электростатическим явлениям. Между тем, помимо сил трения, вся электродинамика содержит силы, не имеющие потенциала. В электродинамике мы имеем дело с постоянным возникновением и уничтожением электромагнитных вихрей. Сам Гельмголец в работе «О прерывном движении жидкостей» рассматривает явления удара и «относительной прерывности» (квантования) как условия невыполнения теоремы о сохранении вихрей.

Навье рассматривал эфир как несжимаемую жидкость, обладающую вязкостью. Вязкость эфира рассматривалась им как причина взаимодействий между частицами вещества и эфиром, а также между эфиром и частицами вещества. Коши рассматривал эфир как сплошную среду и оперировал напряжениями и деформациями в каждой точке пространства. В работах по оптике Коши провел математическую разработку теории Френеля и теории дисперсии. В дальнейшем выяснилось, что данное объяснение приводит фактически к толкованию магнитного поля как перемещения частиц эфира. В своих работах Нейман исходил из предположения о постоянстве плотности эфира во всех средах. Рассматривая эфир как упругую среду, Нейман анализировал процессы поляризации света. Грин рассматривал эфир как сплошную упругую среду. Исходя из закона сохранения энергии, применяемого к деформированному упругому телу, он рассмотрел отражение и преломление света в кристаллических средах.

В перечисленных механических моделях природа эфира и причины того, что эфир ведет себя как упругое тело, не выяснились. В математических работах Мак-Куллоха проведено геометрическое исследо-

вание поверхности световой волны. Сплошной эфир рассматривался как среда, в которой потенциальная функция является квадратичной функцией углов вращения. Хотя теория Мак-Куллаха является теорией упругой среды, и ни о каком электромагнетизме в ней нет ни слова, полученные им уравнения, по существу, совпадают с уравнениями электромагнитной теории Максвелла. Сравнение с другими теориями упругого эфира показывает, что существенная положительная особенность теории Мак-Куллаха заключается именно в наличии понятия вихревого движения. Теория Мак-Куллаха — это вихревая теория эфира.

Однако, в первую очередь, при оценке вклада в теорию эфира следует назвать имена В. Томсона-Кельвина и Дж. Дж. Томсона. Они объединяют поле, материю и электричество в единое целое, неразрывно связанное друг с другом на основе вихревой теории. В книге «О вихревом движении» (1869) В. Томсон-Кельвин отмечает, что *«Математическая задача этой работы — иллюстрировать гипотезу о том, что пространство непрерывно заполнено несжимаемой без трения жидкостью, на которую не действуют никакие внешние силы, и что материальные явления всякого рода зависят исключительно от движения в этой жидкости»*. В 1883 г. Дж. Дж. Томсон опубликовал свой фундаментальный трактат по теории вихрей «On the motion of vortex rings». Общая задача Томсона — определить пригодность вихревых гипотез для построения абсолютной кинетической теории материи. Интересно отметить, что самая захватывающая теория фундаментальных частиц в настоящее время, теория струн, имеет определенное подобие с вихревыми атомами Томсона. Один из основных объектов этой теории — закрытая струна — небольшая петля, которая имеет области, текущие вокруг нее, напоминает о вихре эфирной жидкости в атоме Томсона.

В 1888 г. в работе «О некоторых приложениях динамических принципов к физическим явлениям» Дж. Дж. Томсон предпринял попытку построить адинамическую механику. Его цель — свести понятие потенциальной энергии к понятию кинетической энергии расширенной системы, а всякую силу рассматривать как ускорение, т.е. приращение количества движения в единицу времени. Скрытыми массами и движениями, которые образуют механизм «потенциальных сил», являются массы и движения вихрей окружающего пространства («идеальной жидкости»).

Что касается важнейших наук о природе — электромагнетизма и оптики, то они полностью обязаны своим развитием вихревым представлениям о строении материи. В 1856 г. В. Томсон пришел к заключению, что магнитные силы имеют вихревой характер. В 1858 г. Гельмгольц опубликовал трактат о вихревом движении. А далее на первый план выступает фигура Дж. К. Максвелла (1831-1879). В 1861-62 гг. появилась известная модель электромагнитного поля Максвелла. Ток в ней рассматривается как поступательное движение, а проявление магнетизма — как вращательное движение механического эфира. В 1864 г. появилась «Динамическая теория электромагнитного поля». В ней подробно обсуждается электродинамическая модель на основе рассмотрения движения вихревого поля. В 1871 г. появился знаменитый трактат «Электричество и магнетизм». Убедившись ранее в сложности рационального истолкования эфирной модели электромагнитных явлений, Максвелл перешел здесь к относительно формальной трактовке вопроса. В его работе обобщены два основных закона электрического и магнитного действия: закон электромагнитной индукции Фарадея и закон Ампера для магнитных сил, вызываемых токами. Максвелл теоретически показал возможность существования электромагнитных волн и давления света.

Революционные труды Максвелла долго не признавались официальной наукой. Считали, что его силовые линии — это всего лишь математические линии. Говорили, что уравнения Максвелла написаны при помощи удара большого пальца (Пуанкаре) чуть ли не самим господом богом (Больцман).

В 1887 г. Герц (1857-1894) изобрел способы получения и приема электромагнитных волн. Он показал, что эти волны обладают характерными волновыми свойствами отражения, преломления, интерференции и поляризации. Он продолжил теоретические работы Максвелла. Именно Герц придал уравнениям Максвелла современный вид. В 1889 г. Герц опубликовал работу «Об основных уравнениях электродинамики движущихся тел». В 1895 г. П.Н. Лебедев (1866-1912) впервые получил миллиметровые волны и установил их свойства. В 1901 г. он впервые обнаружил и измерил давление света на твердое тело, а в 1909 г. — на газы, подтвердив количественно теорию Максвелла.

Огромным авторитетом среди физиков пользовался в эти годы Х.А. Лоренц (1853-1928). Он создал классическую электронную теорию (микроскопическую электродинамику) на основе уравнений Лоренца-Максвелла. Эти уравнения описывают поля в любой точке пространства (в том числе межатомные и внутриатомные поля). Усреднение этих уравнений приводит к уравнениям Максвелла. Лоренц добавляет к уравнениям выражение для силы, действующей на заряд в электромагнитном поле. Лоренц был широко

известен как автор классических работ по электродинамике движущихся сред. Он установил справедливость уравнений Максвелла во всех равномерно и прямолинейно движущихся системах отсчета при определенных пространственно-временных преобразованиях от одной инерциальной системы отсчета к другой (преобразования Лоренца). Для объяснения отрицательных результатов опыта А.А. Майкельсона (1852-1931), который был поставлен в 1881 г., Лоренц выдвинул предположение о сокращении продольных размеров тел в направлении движения.

Таким образом, развитие физики в XIX в. вплотную подвело к созданию физической модели материи на основе вихревого поля. Оставалось соединить ее с квантовой механикой, начало которой положил М. Планк (1858-1947). В 1900 г. он предложил формулу для квантования энергии осциллятора: $E = h\nu$. В 1913 г. Нильс Бор (1885-1962) выдвинул планетарную модель атома, по которой был рассчитан спектр излучения атома водорода. Это классическая в своей основе модель рассматривала протон и электрон как материальные точки, между которыми действуют силы притяжения. Электроны атомов в модели вращались вокруг ядра, как планеты вращаются вокруг Солнца. Квантовые эффекты не объяснялись, а постулировались. Модель в целом не соответствовала квантовой механике. В ней не было, например, места электронам в s-состоянии, т.е. не имеющим орбитального момента, хотя их существование — опытный факт. В модели Бора не было наглядного физического представления взаимодействия планетарного атома с другими объектами. Не было объяснения механизма поглощения и испускания фотонов. Было неясно, как же вращающиеся по орбите электроны могут удерживать атомы в молекуле.

Модель Бора явилась последней крупной моделью проходящей эпохи рационального материализма в физике. Наступал очередной столетний идеалистический период формализма, когда нуклами можно объяснить любые туки. Он начался под влиянием философских принципов К.Г. Маха (1838-1916). Мах отказался от ньютоновских представлений об абсолютных пространстве, времени и движении, а также от понятия массы как меры количества вещества. «*Мир есть лишь комплекс ощущений*» — утверждал он. Задача науки — описывать эти ощущения с позиции наблюдателя. Экспериментально наблюдаемы лишь относительные движения, промежутки времени, скорости и ускорения. Следовательно, утверждал Мах, движения тел (в том числе, ускоренные) могут быть определены только по отношению к другим телам. «Физический идеализм» Маха («Материя исчезает, — остаются одни уравнения») сыграл важную роль в мировоззрении физиков XX века, в частности, Альберта Эйнштейна и Вернера Гейзенберга.

В 1905 г. А. Эйнштейн (1879-1955) опубликовал статью по специальной теории относительности. В ней вводились два постулата: независимость скорости света от скорости источника и равноправность всех инерциальных систем (принцип относительности). Опираясь на последний постулат и на формализм уравнений Максвелла, А. Эйнштейн приходит к выводу, что ньютоновские понятия абсолютного пространства и абсолютного времени, а, следовательно, понятие эфира становятся бессодержательными. Утверждалось, что для распространения электромагнитных волн светонесущая среда уже не нужна. Существительное к слову «волноваться» было выброшено. В соответствии с идеями Маха постулировалось отсутствие того, что мы не ощущаем.

В 1910 г. в работе "Принцип относительности и его следствия" Эйнштейн писал, что *"нельзя создать удовлетворительную теорию, не отказавшись от существования некоей среды, заполняющей все пространство"*. Позже в работах "Поле и теория относительности" (1920 г.) и "О поле" (1924 г.) Эйнштейн изменил свою точку зрения относительно существования эфира, однако это обстоятельство малоизвестно и не повлияло на отношение к эфиру со стороны большинства физиков-теоретиков.

Утверждение о пропорциональности массы тела его энергии также не было подкреплено физической моделью, как это сделал Дж. Дж. Томсон еще в 1903 г. для связанной массы поля. В дальнейшем вопросы ускоренного движения и тяготения стали предметом общей теории относительности. Пытаясь согласовать принцип эквивалентности с инвариантностью четырехмерного интервала, Эйнштейн пришел к идее зависимости геометрии пространства-времени от материи. Тем самым был придан статус физического объекта четырехмерному пространству-времени Г. Минковского.

В более поздних работах А.Эйнштейн много раз разъяснял свою позицию по отношению к эфиру. Он подчеркивал, что он исключил из рассмотрения лишь "абсолютно покоящееся пространство", приписав пространству-времени свойство физической среды: длительность и протяженность. При этом свойства физического пространства-времени и эфира оказываются тождественными, вследствие чего можно отказаться

ся от введения термина "эфир", как излишнего. Последние 40 лет своей жизни А. Эйнштейн посвятил поиску теории единого поля. Он писал:

«Резюмируя, можно сказать, что общая теория относительности наделяет пространство физическими свойствами; таким образом, в этом смысле эфир (поле) существует...».

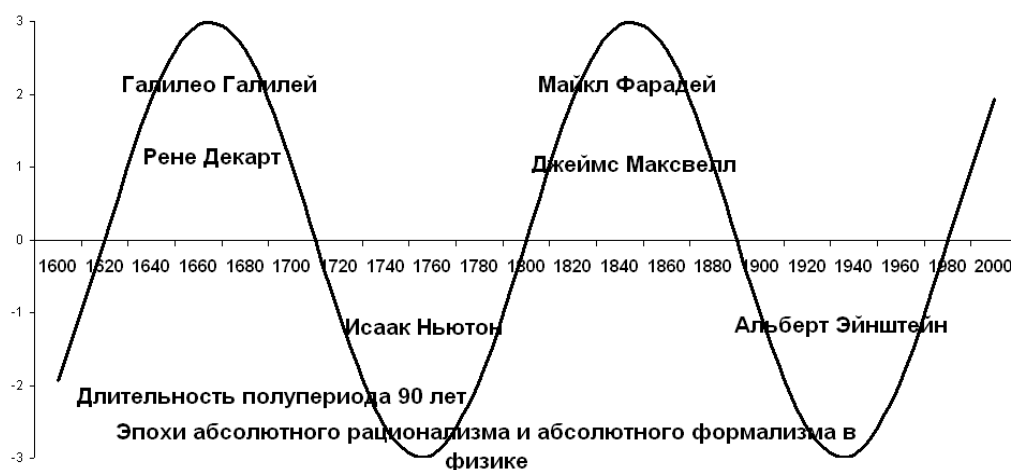
«Это жесткое четырехмерное пространство специальной теории относительности есть до некоторой степени аналог неподвижного трехмерного поля Г.А. Лоренца... Таким образом, Декарт был не так далек от истины, когда полагал, что существование пустого пространства должно быть исключено».

«...элементарные частицы материи по своей природе представляют собой не что иное, как сгущения электромагнитного поля...».

К чести А. Эйнштейна, он до конца жизни сомневался в правильности своих идей. Вот что писал он на склоне лет: *«Им кажется, что я в тихом удовлетворении взираю на итоги моей жизни. Но вблизи все выглядит совсем иначе. Там нет ни одного понятия, относительно которого я был бы уверен, что оно останется неизблемым, и я не убежден, нахожусь ли вообще на правильном пути».*

Последователи Эйнштейна довели его относительный формализм до недопустимых крайностей. Сущность заменили числом — так проще! Снова на сто лет установилось главенство формалистических методов. Математические модели просто подгонялись под экспериментальные результаты. Лишь одиночки-энтузиасты продолжали строить вихревые модели поля.

На рисунке показана синусоидальная кривая смены периодов рационально-физического и формально-математического методов описания окружающего мира за последние 400 лет.



В сугубо формальном русле развивалась и квантовая механика, из которой был изгнан эфир и заменен «виртуальными частицами», находящимися в «вероятностном состоянии». Было заявлено, что классические понятия не имеют силы при квантовом подходе, крушение привычных устоев — обычное явление, а объекты микромира представить наглядно невозможно. Короче говоря, квантовая физика — это особый мир иллюзий, доступный лишь посвященным.

Конечно, для такого подхода имелись веские основания. Ведь еще раньше попытки моделировать электрон как твердый неделимый шарик конечных размеров, несущий на поверхности равномерно распределенный электрический заряд, не удались. Классические размеры электрона определялись из условия электромагнитного происхождения его массы:

$$r_e = \frac{e^2}{mc^2} = 2,8 \cdot 10^{-15} \text{ м.}$$

Если положить значение собственного момента импульса электрона равным $\hbar/2$, то можно найти скорость вращения электрона вокруг своей оси на экваторе $v=r_e\omega$:

$$\frac{\hbar}{2} = \frac{2}{5} m r_e^2 \omega = \frac{2}{5} m r_e v, \quad v = \frac{5c}{4\alpha} \approx 170 \cdot c,$$

$$\text{где } \alpha = \frac{e^2}{\hbar c} = \frac{1}{137}.$$

Для получения опытного значения величины собственного момента электрон-шарик должен вращаться вокруг своей оси так быстро, что линейная скорость на экваторе в 170 раз превышала бы скорость света.

От моделей в микромире физики отказались, что очень напоминает отказ лисы от незрелого винограда. На целых сто лет вплоть до сегодняшнего дня снова возобладал феноменологический, абстрактный формально-математический способ описания физических явлений, когда говорить о сущности и механизме процессов в микромире считалось почти неприличным.

Классическая физика сломала себе зубы на модели электрона. Но ответы на вопросы о природе вещей не дала и квантовая механика: ведь прикрепить заряд к волновому пакету еще сложнее, чем к шарiku. Не выручила и математика — в уравнение Шредингера вообще не входит такое фундаментальное свойство электрона, как спин, а другие волновые характеристики требуют специальной трактовки. В самом деле, фазовая скорость распространения волны де Бройля больше скорости света, другие характеристики — длина волны, частота и фаза — не связаны с физическими характеристиками. Амплитуду волновой функции определить из уравнения Шредингера невозможно. Ее находят из условий нормировки, что к волновому описанию не имеет никакого отношения. $|\psi_n|^2$ определяется как плотность вероятности распределения в пространстве объекта, находящегося в состоянии ψ_n (энергия E_n , момент импульса M^2 и проекция момента M_z на некоторое направление).

Волновая функция принципиально не позволяет найти траекторию движения частицы, на которой в любой момент времени были бы известны координаты и импульс частицы с какой угодно точностью. В квантовой механике интервалы определения средних значений импульса и координаты связаны соотношением неопределенности Гейзенберга

$$\Delta p_x^2 \cdot \Delta x^2 \geq h^2/4$$

и точно совместно неопределимы. Частица-волна «размазана» по всему пространству. Поэтому говорят о вероятности найти частицу в данном «состоянии» в данной области.

Таким образом, квантовая механика взяла на себя лишь роль кинематики, принципиально отказавшись от моделирования и выяснения причин физических явлений. Физические модели были объявлены порождением «наивного обывательского здравого смысла». Им была объявлена настоящая война.

Такое же положение в квантовой электродинамике, ядерной физике и астрофизике. Найдены и рассчитаны многие феноменологические закономерности электромагнитных явлений и ядерных взаимодействий. Это позволило за короткое время осуществить гигантский скачок в научно-техническом прогрессе. Однако далее необходимо проникновение в глубинную картину описываемых физических процессов. Но как это сделать, если сама постановка вопроса о наглядном моделировании структуры микромира считается проявлением дилетантства и невежества.

Сегодня даже с терминологией нет полной ясности: вещество — это материя, а поле — это «особый» вид материи. Так что, у материи два лица? Тем более, что фундаментальных полей уже более тридцати. Такие же странности с эфиром. Эфира нет, и не может быть, но есть «физический вакуум», который обладает такими свойствами и энергетикой, которым эфир Максвелла мог бы только позавидовать, если бы он существовал.

А само электромагнитное поле, которое, с одной стороны, определяется как взаимосвязанные колебания электрического и магнитного полей, а с другой стороны, как совокупность квантов — фотонов. Но электрическое поле создается электрическим зарядом, магнитное поле создается при движении заряда. У фотонов нет заряда, значит, нет ни электрического, ни магнитного полей, — тогда и колебаться нечему! Электромагнитные волны распространяются в пустоте — что же тогда там колеблется? А кто-нибудь может объяснить роль фотонов в электромагнитной индукции при возникновении электродвижущей силы на вторичной обмотке трансформатора?

Может ли сферически-симметричное электрическое поле ядра атома насыщаться при вращении электронов? Ведь вращение Земли вокруг Солнца не мешает притяжению к Солнцу Марса. А в атоме водорода вращение электрона вокруг ядра полностью прекращает влияние поля ядра на любых расстояниях и при любых состояниях электрона. Современная физика, кстати, вообще не ставит своей целью изучение природы полей.

Не кажется ли надуманным объяснение взаимодействия частиц и притяжения нуклонов в ядре за счет обменного взаимодействия? Если один протон что-то испускает, а другой что-то поглощает, то почему все-таки они притягиваются?

Считается, что элементарные частицы точечные и бесструктурные, однако, эти точки имеют массу, заряд, спин, магнитный момент. Здравый смысл подсказывает, что «электрон так же неисчерпаем, как и атом». Мы говорим о «сильном», «слабом», «электромагнитном» и «гравитационном» взаимодействиях. Мы не договариваем: а какова сущность этих явлений? Ведь разделение взаимодействий на виды существует только в наших головах. Силы, возникающие при этих взаимодействиях, имеют одинаковую природу? И вообще, в микромире и макромире одни и те же законы или разные?

Природа едина для всего сущего. Утверждают, например, что спин — это чисто квантовое явление, аналога которому нет в макромире. А разве Земля и Солнце не имеют собственного момента? Утверждают, что соотношение неопределенностей — только для микромира. Но даже при малых скоростях в каждый данный момент времени тело находится и не находится в данной точке и правильно говорить об интервале Δx , в котором находится тело. Вопросы типа «Какова скорость тела в данной точке?» или «Какова частота колебаний маятника в данный момент времени?» являются некорректными. Чтобы определить скорость тела, надо наблюдать за его движением на расстоянии Δs промежутком времени Δt . Определить частоту маятника также можно лишь в течение нескольких периодов его колебаний.

Законы природы не специфичны для каких-то отдельных интервалов энергии или размеров объектов. Просто отдельные свойства объектов или определенные параметры проявляются более ярко в этих интервалах.

В настоящее время во многих работах все чаще используется представление о "физическом вакууме", что фактически восстанавливает представление о материальной мировой среде под другим названием. Это заставляет отказаться от представления о пространстве как о пустоте и вновь поставить вопрос о структуре материи. Эфир, поле, физический вакуум, инфлатон, первичная праматерия — это игра словами для обозначения одной и той же сущности. Совершенно неважно, как мы будем называть это. Нам важна наглядная физическая модель этой сущности. Нам нужно встроить в свои понятия представления о «темной энергии» и «темной материи». Нам нужно понять, из чего состоит мир.

В физике сейчас нет модели, в которой были бы даны ясные представления о природе микромира. Нет ответа на самые простые вопросы об основных физических понятиях и явлениях:

Что такое масса?

Что такое гравитация?

Что такое заряд частицы?

Что такое электрическое поле?

Что такое магнитное поле?

Что такое электромагнитные волны?

Каким образом взаимодействуют заряды?

Какова структура элементарных частиц и фотонов?

Где искать антивещество?

Откуда берется квантование в микромире?

Как электроны атомов взаимодействуют с фотонами?

Что такое сильное взаимодействие?

Как устроен атом?

Что удерживает атомы в молекулах?

Что такое «темная энергия»?

Из чего состоит «темная материя»?

Как возникла Вселенная?

Если одним взглядом окинуть все многообразие окружающего нас мира, то нельзя не заметить, что устойчивость мироздания основана на динамическом равновесии при вращении объектов. Естественно предположить, что *образование частиц вещества из исходной материи также происходило в виде вихрей*. Именно из идеи вихревого строения материи исходили создатели основополагающих открытий в физике. Развивая эту мысль в предлагаемой здесь вихревой физической модели окружающего нас мира, мы получим ответы на большинство заданных вопросов.

Природа едина. Физические законы и, в частности, законы сохранения, едины в макромире и в микромире. Закон сохранения энергии обеспечивает вечное существование материи. Закон сохранения

импульса обеспечивает вечное движение материи. Закон сохранения момента импульса обеспечивает устойчивость структуры материи.

Данная работа написана с целью показать единство поля, материи и электричества. Показать на модели развитие природы. Выявить структуру деталей вселенской машины. Изложить простые, ясные и отчетливые представления, доступные здравому смыслу.

Столетняя эпоха формализма в физике закончилась. Нам нужны новые идеи, которые обеспечили бы прогрессивное развитие на многие годы вперед. Выдвинуть их можно лишь, познавая сущность мироздания. Эта книга является ответом на веление времени. Эта книга не слишком оригинальна, она лишь в малой мере возрождает то, что сделали великие: Галилео Галилей, Ренэ Декарт, Хейгенс Гюйгенс, Роберт Гук, Исаак Ньютон, Томас Юнг, Огюстен Жан Френель, Яков Бернулли, Луи Мари Анри Навье, Огюстен Луи Коши, Симеон Дени Пуассон, Уильям Роуан Гамильтон, Джордж Габриель Стокс, Уоррен Мак-Куллох, Майкл Фарадей, Джеймс Клерк Максвелл, Дж. Дж. Томсон, В. Томсон-Кельвин, Анри Пуанкаре, Альберт Эйнштейн, Макс Планк, Нильс Бор, Вернер Гейзенберг и многие другие.

1. Энергетические уровни и развитие материи

1.1. Научное познание и моделирование

Целью данной работы является построение мысленной *физической модели* окружающего нас мира с целью получения о нем новых знаний, показывающих единство вещества и поля, электричества и тяготения. Особенностью объекта моделирования является принципиальная *ненаблюдаемость* многих его элементов. Мы видим границы там, где начинается наше незнание. Поэтому в качестве метода моделирования может быть выбрано только научное воображение. Критерием истинности служит соответствие результатов моделирования экспериментальным данным.

В настоящее время теоретическая физика занимается построением и изучением в основном математических моделей. Они количественно связывают между собой наблюдаемые параметры физических процессов и явлений. Математические образы и понятия являются весьма полезными и ценными в процессе анализа физических явлений. Однако часто они трактуются затем в виде объективных физических реальностей или в виде неотъемлемых свойств, присущих физическим объектам по самой природе вещей.

Таким образом, в физическое мышление были введены некоторые абстрактные математические представления и символы, не отражающие реальное содержание физических явлений и объектов. Можно назвать, например, действие на расстоянии, представление частиц в виде точек, абсолютизацию векторов, прохождение волн через пустое пространство, корпускулярно-волновой дуализм, сингулярность и пр. Во многих теоретических работах остаются одни символичные математические представления о природе.

Физические модели должны отражать сущность моделируемых систем, их рождение, развитие и разрушение. В модели объекта должны быть отражены механизмы взаимодействия с другими объектами и с окружающей средой. Для этого необходимо введение системного анализа, учитывающего иерархические уровни организации физических объектов. Нужен не только горизонтальный, но и вертикальный подход к описанию явлений. Модель — не моментальный снимок происходящего, а панорама жизненного цикла объекта.

Создание интуитивно-наглядных моделей — важнейшая функция воображения в процессе научного познания. Под наглядной воображаемой моделью понимается мысленно представляемая система, которая отображает объект исследования. Она способна замещать его так, что ее изучение дает новую информацию об этом объекте. В данной работе наглядное модельное представление сформировано для решения познавательной задачи изучения ненаблюдаемых объектов микромира, так как их непосредственное исследование затруднено или невозможно. В каждом отдельном случае мы старались выделить в объекте лишь некоторые элементы и с их помощью воссоздать характер внутреннего строения объекта.

Процесс моделирования отражает соотношение между сущностью и явлением: «Сущность является, явление существенно». Большинство исследований в физике посвящено изучению явлений, т.е. установлению связей между входными X и выходными Y параметрами системы (рисунок 1.1). Чаще всего для

целей практического использования явления этого бывает вполне достаточно. Сама система или явление остаются при этом «черным ящиком».



Рис. 1.1. Связь выходных и входных параметров модели

Но через некоторое время отсутствие знаний или представлений о сущности системы начинает уменьшать эффективность использования явления и тормозить развитие. Для примера можно привести проблему управляемого термоядерного синтеза. Явление выделения энергии при соединении изотопов водорода в ядра гелия было использовано при разработке водородных бомб. Этот же принцип создания высоких температур и давлений был положен в основу управляемого синтеза. Однако отсутствие модельных представлений об атомных ядрах не позволило сколько-нибудь продвинуться в этом направлении.

Другой пример относится к реликтовому излучению. Считается, что в горячей Вселенной заполняющий ее газ, став нейтральным, оказался практически прозрачным для реликтового фотонного излучения. Поэтому древнее излучение, расширяясь, почти беспрепятственно дошло до нас из глубин пространства и времени. Но в ту эпоху это были не радиоволны, а свет, т.е. фотоны. Спрашивается, как же частицы-фотоны могут превратиться в электромагнитные волны, т.е. колебания среды? Только отсутствие моделей фотонов и радиоволн приводит к таким предположениям. Хотя, конечно, построение заблуждений требует не меньшего ума, чем открытие истины.

Все модели идеальны. Все модели принципиально неточны. Они являются лишь средством соотнесения логического знания с объектами природы. Теория выражает мысленное содержание наглядной формы модельного представления через описание. Математика — это описание физических явлений на языке символов или уравнений. Но это не сама физика. Физика, в свою очередь, — это лишь гипотетическое модельное описание природы, но не сама природа. Мы описываем фотоны с точки зрения корпускулярно-волнового дуализма, т.е. как частицу и волну. Но свет при этом остается самим собой. Мы описываем природу на языке наблюдаемых нами силовых воздействий. Природа же действует на языке движения материи.

Сущность моделируемых процессов и объектов можно раскрыть только при анализе их взаимодействия с окружающей средой. Опыт показывает, что наиболее общим свойством окружающего нас мира является его *квантованность*. Представление о квантовании в самом широком его понимании включает в себе идею о *пространственной прерывности* всех вообще физических процессов и объектов на фоне их *непрерывности*. Отсюда следует недопустимость абсолютно пустых промежутков между отдельными элементами — квантами физического содержания пространства. Поэтому вопрос о *среде*, заполняющей все пространство и непосредственно участвующей во всех физических процессах в качестве передатчика всякого рода взаимодействий, является основным для дальнейшего развития квантовой физики.

В данной работе предполагается, что вся материя Вселенной распределена по вложенным квантованным энергетическим уровням поля и вещества. Уровни различаются энергией связи. Наиболее энергичным является уровень, на котором находилась праматерия в момент Большого взрыва. По мере остывания вследствие адиабатического расширения часть праматерии переходила на более низкоэнергетические уровни поля, выделяя энергию связи. *Вещество* представляет собой уровень материи с меньшей плотностью энергии, чем уровни поля.

Ближайший к веществу уровень поля *темной материи* мы называем *электромагнитным полем*. Во времена Максвелла этот уровень назывался *эфиром*. Квантованные элементы среды электромагнитного поля — *гравитоны* — существуют в виде вихревых фермионов, составленных из частиц нейтрально. Энергия вращения вихрей поддерживается со времени Большого Взрыва.

Частицы вещества представляют собой завихрения в среде гравитонов. Вещество погружено в среду гравитонов. При этом уровни гравитонов (темной материи) и высокоскоростных проточных сред (тем-

ной энергии) по отношению к веществу могут считаться сплошными средами. Вихревые кванты поля и вещества полностью погружены в континуум праматерии. Так осуществляется *прерывное в непрерывном*.

Частицы вещества сами по себе не обладают свойствами тяготения и заряда. Необходимым условием моделирования объектов и явлений квантовой механики и теории относительности является наличие квазинепрерывной материальной среды, заполняющей все пространство. Рассматриваемая в работе среда вихревых гравитонов является обязательным универсальным участником всех взаимодействий погруженных в нее нейтрино, фотонов и вещества. Потоки гравитонов образуют наблюдаемые силовые поля: электрическое, магнитное, тяготения, ядерное и пр. Вихревые колебания самой гравитонной среды воспринимаются нами как *радиоволны*.

Предлагаемая вихревая модель микромира позволяет найти ответы на многие вопросы. Например, сегодня физика не отвечает на самый простой вопрос «Откуда берутся заряд и масса?» Массу в классической физике определяют как *меру инерции* и *меру гравитации* тела (*инертная* и *гравитационная* массы соответственно) [1]. Свойство инертной массы проявляется в том, что тело изменяет значение своего импульса под действием внешней силы. Г. Лоренц, используя второй закон Ньютона, ввел для тела «*продольную*» и «*поперечную*» массы. Обе массы оказались зависящими от скорости движения, но по-разному:

$$m_{\parallel} = \frac{m}{\left(1 - \frac{u^2}{c^2}\right)^{\frac{3}{2}}}; \quad m_{\perp} = \frac{m}{\left(1 - \frac{u^2}{c^2}\right)^{\frac{1}{2}}}.$$

В 1900 году А. Пуанкаре ввел в употребление *релятивистскую* массу, характеризующую инертные свойства электромагнитной волны. Тогда возникла еще одна масса — *масса покоя*, которая совпадала с *ньютонической* массой как «количеством материи в теле». Именно эта величина называется теперь просто массой.

При рассмотрении гравитационной массы оперируют понятиями *пассивной гравитационной* массы и *активной гравитационной* массы. Здесь имеется в виду некоторое качественное различие в массах, например, масса притягивающегося к Земле тела (пассивная гравитационная масса, пробное тело) и масса самой Земли (активная гравитационная масса).

В 1905 году А. Эйнштейн приходит к выводу, что масса тела m является мерой содержащейся в нем энергии покоя: $E_0 = mc^2$, где E_0 — энергия покоящегося тела (частицы), а c — скорость света. Если тело отдает энергию ΔE , то масса тела уменьшается на величину: $\Delta m = \Delta E / c^2$. В теории относительности энергия потеряла свою классическую неопределенность — аддитивную константу. Она стала физической величиной с абсолютным значением. В релятивистской теории масса составного тела не равна сумме масс составляющих его тел, энергия же аддитивна. Общая теория относительности основана на эквивалентности инертной и гравитационной масс тела.

Что касается электрического заряда, то источники информации обычно ограничиваются определением, что заряд есть свойство тела создавать электрическое поле. В классической электродинамике вопрос о причинах квантования заряда не обсуждается, поскольку заряд является внешним параметром, а не динамической переменной.

По аналогии с электрическим зарядом в Стандартной модели формально вводятся барионный, лептонный и гиперзаряд — вспомогательные числа, сохраняющиеся в определенном классе превращений элементарных частиц. Формально вводятся новые поля и бозонные переносчики взаимодействий в этих полях. Но их физический смысл не выясняется. Квантовая теория поля и теория относительности взяли на себя лишь роль кинематики, принципиально отказавшись от моделирования и выяснения причин физических явлений. В частности, каких-либо наглядных моделей заряда пока не предложено.

Современные физические теории не способствуют глубокому пониманию природы массы, заряда и электромагнитного поля. Практически все теоретические работы представляют собой сочетание релятивизма и квантовой механики. В них рассчитывается взаимодействие точечных частиц или струн в виртуальном пространстве. Для подтверждения теорий ставятся дорогостоящие эксперименты. Но сегодня развитие физики ограничено не столько возможностями мощных коллайдеров и суперкомпьютеров, сколько уровнем наших представлений в области *моделирования* объектов и процессов. Поэтому прежде всего в данной работе введено новое модельное понятие сущности квантованного *электромагнитного поля*.

Электромагнитное поле — это вязкая сжимаемая проточная среда в виде мелкоструктурных дискретных вихревых частиц — гравитонов, заполняющих все пространство

Поступательное движение квантов электромагнитного поля — гравитонов — происходит со световой скоростью. Электромагнитное поле является **светоносной** средой — в ней движутся нейтрино и фотоны, которые являются вихрями, созданными в этой среде. В электромагнитном поле распространяются радиоволны в виде вихревых возмущений. Все видимое вещество и фотоны погружены в среду электромагнитного поля. Взаимодействие между фрагментами вещества определяется движением универсальных переносчиков — потоков **гравитонов**.

Данная работа связана не со статистическим накоплением информации и ее систематизацией. Вихревая модель ставит своей целью создание цельной интуитивно понятной картины мироздания. Мы хотим дать системное логическое объяснение физических явлений с единых позиций при выявлении общих закономерностей развития. При этом фундаментальным понятием модели является понятие дискретных энергетических уровней материи.

1.2. Энергетические уровни

Материя

В мире нет ничего, кроме вечной протяженной движущейся материи, находящейся в различных состояниях поля и вещества.

Материя — это несотворимая и неуничтожимая субстанция, из которой состоят все объекты материального мира

Материя едина — видов материи и антиматерии нет. Все существующее в природе есть конкретные состояния единой материи. Энергия, масса, сила, инерция, тяготение, электричество и магнетизм — все это проявление свойств движущейся материи.

Существующее представление «Поле — особый вид материи» не обосновано. Сейчас в физике введено много полей. Следовательно, для их описания нужно вводить множество видов материи. Наш мир тогда должен был бы состоять из множества видов материи. Но это уже не один мир, а множество миров.

В данной вихревой модели предполагается, что материя существует в четырех состояниях:

1. Праматерия — субстанция в виде непрерывного (сплошного) континуума.
2. Квантованное поле (темная энергия, темная материя) — субстанции в виде множества невидимых мелкоструктурных вихревых объектов.
3. Вещество (частицы, атомы и молекулы, макро вещество) — субстанция в виде составных агрегатов на основе частиц нейтрино.
4. Космические объекты (планеты, звезды, галактики, скопления галактик, черные дыры).

У материи нет других врожденных свойств, кроме энергии. Именно энергия материи определяет ее развитие и переходы между состояниями.

Уровни и развитие

Напомним, что по современным представлениям все системы стремятся к равновесию. Мир в принципе считается симметричным, полярность есть основа микромира. Основные разделы физики изучают стабильное состояние тел. Считается, что неорганическая среда не развивается. Предполагается, что процессы самоорганизации систем незначительны.

Предлагаемый уровневый подход основан на идее **развития** и **самоорганизации** любого объекта или явления природы [2].

Развитие — это процесс перехода к энергетически выгодному, оптимальному состоянию для данных условий и среды

Природе свойственна асимметрия. Самопроизвольное развитие идет не в двустороннем (симметричном, зеркальном) направлении. В неравновесной открытой нелинейной системе под воздействием малых флуктуаций необратимые процессы эволюционируют в одном направлении — в сторону наименьшего действия, т.е. понижения по энергетическим уровням. *Самоорганизация — это процесс с уменьшением энтропии.*

Все объекты природы располагаются на дискретных энергетических уровнях. На каждом из таких уровней объекты по системе вложенных дискретных подуровней стремятся перейти на нижние уровни за счет диссипации энергии, либо за счет связывания с другими объектами *с выделением энергии связи*. Направленное движение вниз происходит самопроизвольно за счет динамики непрерывно протекающих процессов взаимодействия внутри системы *методом «проб и ошибок»*. Для эффективной самоорганизации требуется наличие положительной обратной связи. Движению вниз по уровням препятствуют внешние силы. Их действие либо делает систему равновесной, неспособной к развитию, либо переводит ее на более высокий уровень. При этом внешние силы совершают работу, равную изменению энергии связи.

В качестве примера рассмотрим, например, стадии изменения агрегатного состояния водяного пара. На рисунке 1.2 представлены три уровня состояния вещества: газ, жидкость и кристалл.

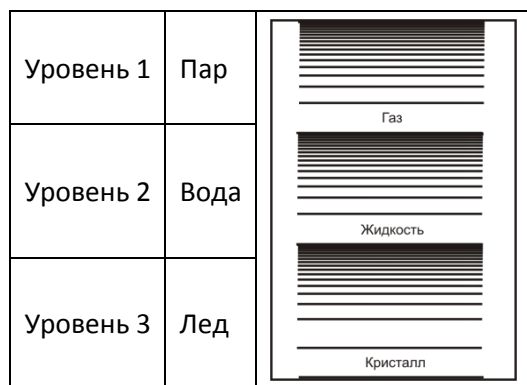


Рис.1.2. Агрегатные состояния воды

Предположим, что сосуд с паром изолирован от других тел, так что к пару извне не поступает тепло. Сосуд самопроизвольно охлаждается за счет теплового излучения в окружающее пространство. Пар превращается вначале в воду. Состояние воды по мере дальнейшего охлаждения характеризуется изменением ее структуры. В воде появляется все больше ассоциатов — образований, связывающих сотни и тысячи молекул — зародышей будущих кристаллов. Затем вода замерзает. Роль положительной обратной связи в этих процессах играет тепловое излучение. Энтропия системы уменьшается. Энергия связи кристаллического льда равна рассеянной кинетической энергии газа и воды. Чтобы растопить лед и испарить воду, нужно подвести к сосуду эту потерянную энергию.

При уровненом подходе все физические объекты рассматриваются как структурированные системы. Поэтому большое значение имеет рассмотрение взаимодействия между составляющими этих систем, например, взаимодействие электронов и ядер при образовании атомов и ионов. Изменения состояния системы между подуровнями внутри одного уровня также чаще всего дискретны. В системе, находящейся на каком-то подуровне, накапливаются количественные изменения. Накопленные количественные изменения переходят в качественные: система переходит на другой подуровень и функционирует в новом качестве. Переход сразу на следующий уровень с верхних этажей данного уровня как случайное событие маловероятно. С каждой новой ступенькой вероятность перехода на следующий уровень возрастает. По аналогии с электронами в атоме будем называть нижний подуровень основным состоянием, а вышележащие подуровни — возбужденными состояниями. Все реальные системы стремятся перейти из возбужденного состояния в основное. Это свойство служит основой эволюции природных систем.

В качестве иллюстрации на рис.1.3 приведена схема энергетических уровней водорода.



Рис. 1.3. Схема энергетических уровней водорода

Цифрами на рисунке обозначены следующие уровни:

1. Уровень электронно-протонной плазмы.
2. Уровень атомов водорода H. Здесь имеются квантовые энергетические уровни энергии связи электрона с протоном в интервале 13,6 эВ.
3. Уровень газообразного молекулярного водорода H₂. Здесь также имеются два энергетических подуровня: параводород и ортоводород и множество подуровней возбуждения. Энергия диссоциации 4,776 эВ.
4. Уровень жидкого водорода. Температура кипения (сжижения) -252,6⁰С.
5. Уровень твердого кристаллического водорода. Температура плавления (затвердевания) -259,1⁰С.

По мере понижения уровней температура T падает, а энергия связи E_{св} растет. Первый уровень — это водород в ионизованном виде. Для второго уровня (уровня атомов) верхней границей является «море протонов и электронов». Для третьего уровня (уровня молекул) верхней границей является «море атомов водорода». Для четвертого уровня (уровня жидкого водорода) верхней границей является «море молекул водорода». И «море жидкого водорода» замерзает при переходе на пятый уровень.

Смысл уровневого подхода заключается здесь в следующем. Мы рассматриваем объект «Водород» как данное количество вещества от элементов (электронов и протонов), из которых он образовался, до превращения его в кристалл. Составляющие его электроны и протоны, в сущности, остаются неизменными. Но в зависимости от внешних условий изменяются параметры и формы связей составляющих объекта «Водород». Уровни — это различные состояния объекта в зависимости от энергии связи. Направленное движение вниз происходит самопроизвольно за счет динамики непрерывно протекающих процессов взаимодействия внутри системы методом «проб и ошибок». Для движения вверх нужен приток энергии извне. Чтобы испарить жидкий водород требуется его нагреть. Чтобы разрушить молекулу H₂, т.е. перейти на верхний уровень атомов, нужно передать молекуле энергию.

Заметим здесь, что уровень 1 мог бы превратиться в «море нейтронов». Такие «пробы», безусловно, осуществляются. Но нейтроны обладают большей энергией, чем атомы водорода. Поэтому подобные флуктуации признаются «ошибкой» и не поддерживаются.

З а к о н ы р а з в и т и я с и с т е м к а ч е с т в е н н о п о д о б н ы н а л ю б о м у р о в н е

Принцип наименьшего действия проявляется тогда, когда нет соответствующего противодействия. Все системы стремятся достичь нижней границы интервала уровня. Например, все электроны «хотят» соединиться с протонами. Все химические элементы «хотят» быть «инертными газами» с заполненной электронами верхней оболочкой. Все нейтроны «хотят» распасться. Однако если этим намерениям есть противодействие в виде силы или избытка поступающей извне тепловой энергии, то спуск по ступенькам уровней приостанавливается. При достижении низшей границы каждого уровня система представляет собой

единое целое. Структура ее максимально упорядочена. Ее качественное состояние, с точки зрения данного уровня, оптимально.

Для примера рассмотрим более подробно энергетический интервал второго уровня для водорода. Внутри интервала уровня можно выделить совокупность вложенных энергетических подуровней, характеризующих состояние системы. На рисунке 1.4 представлена схема квантовых уровней электрона в водородоподобных атомах. Конечные и однозначные решения уравнения Шредингера существуют лишь при следующих значениях энергии связи электрона, движущегося в кулоновском поле ядра:

$$E_{\text{св}} = \frac{E_0}{n^2} = \frac{Z^2 e^4 m}{2h^2} \frac{1}{n^2},$$

где $E_0 = 13,53$ эВ, e – заряд электрона, Z – заряд ядра в единицах e , m – масса электрона, h – постоянная Планка, $n = 1, 2, 3, \dots$ – главное квантовое число.

На рисунке слева указаны значения главного квантового числа n . Справа указана потенциальная энергия электрона в электрон-вольтах, отсчитываемая от дна уровня ($n=1$). Показанные на рисунке линии, соединяющие подуровни, по своей длине пропорциональны длине волны кванта света в ангстремах, излучаемого или поглощаемого при переходе электрона между этими подуровнями (серия Лаймана).

Как видно из рисунка, по мере роста главного квантового числа n уровни энергии располагаются теснее. При $n = 1$ электрон находится в основном состоянии с энергией связи $E_{\text{св}} = 13,53$ эВ. Чтобы разбить эту связь и превратить атом в ион, нужно затратить энергию 13,53 эВ. Тогда электрон и протон окажутся на уровне электронно-протонной плазмы, в области непрерывного спектра.

Заметим, что переход из основного состояния ($n=1$) в первое стационарное возбужденное состояние ($n=2$) составляет $E_{12} = 10,15$ эВ — больше всех остальных переходов. При поглощении фотона с энергией $E < E_{12}$ электрон возбуждается, но не может достичь стационарного состояния и возвращается в основное состояние с излучением фотона с той же энергией E . Подобный «островок устойчивости» обеспечивает относительную стабильность основного состояния.

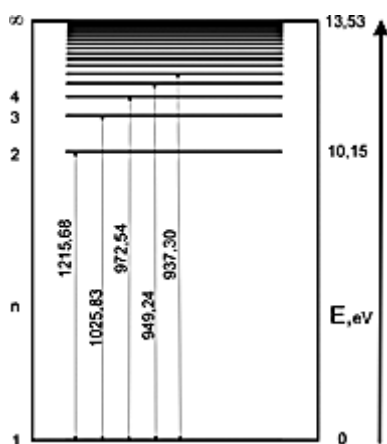


Рис. 1.4. Энергетические уровни электрона в атоме водорода

Н. Бор показал, что в атоме кинетическая энергия частиц вдвое меньше, чем энергия электростатического притяжения электрона к протону. Это обеспечивает устойчивость атомов водорода. На третьем уровне (рисунок 1.3) кинетическая энергия молекул меньше энергии связи атомов в молекулах. Дальнейшая диссипация энергии обеспечивает переход на четвертый уровень. Здесь происходит образование жидкости — сцепление молекул между собой за счет еще некомпенсированных связей. На пятом уровне вещество приобретает наиболее энергетически выгодную форму кристаллической решетки. Идеальный кристалл обладает минимально возможной потенциальной энергией. Отобратить энергию от него уже нельзя. Его эволюция закончена. Кристаллизация вещества есть результат самоорганизации неорганической среды. Далее в природе происходит «спекание» твердых веществ — соединение различных кристаллов между собой с целью дальнейшего уменьшения общей потенциальной энергии.

1.3. Энергетические уровни материи в природе

Опыт показывает *квантованность* микромира. Она обусловлена дискретностью *момента количества движения*. Следовательно, основополагающим свойством элементов микромира является *вращение*. Оно реализуется в виде *вихревых корпускулярных частиц* различной энергии и их конгломератов. Вращение вихря в окружающей среде устойчиво при минимально возможном значении момента импульса. Это определяет квант энергии.

Поэтому в основу предлагаемой модели положено две гипотезы:

1. Материя Вселенной распределена по вложенным друг в друга квантованным энергетическим уровням поля и вещества.
2. Кванты поля и вещества являются вихревыми образованиями.

На рисунке 1.5 изображена иерархическая система энергетических уровней организации материи нашей Вселенной [2]. На рисунке представлено четыре уровня: праматерия, поле, вещество и космос. Последние три уровня разбиты на подуровни. Уровни различаются энергией связи. Наибольшей энергией обладает уровень праматерии, на котором находилась вся материя в момент Большого взрыва. Свойства этого уровня обеспечили инфляционное расширение Вселенной после Взрыва. По мере остывания вследствие дальнейшего адиабатического расширения часть материи последовательно переходила на более низкоэнергетические уровни, образовав систему из дискретных вложенных уровней.

Развитие нашей Вселенной началось из непрерывного сплошного континуума — *Праматерии* (физический вакуум, скалярное поле, инфлатон, квинтэссенция). Праматерия заполняла **Белую Дыру** — область, в которую ничего не может войти. Рассмотрим более подробно механизм формирования Белых дыр, которые и сегодня во множестве существуют в нашей Вселенной. Но для этого нужно понять, как образуются Черные дыры.

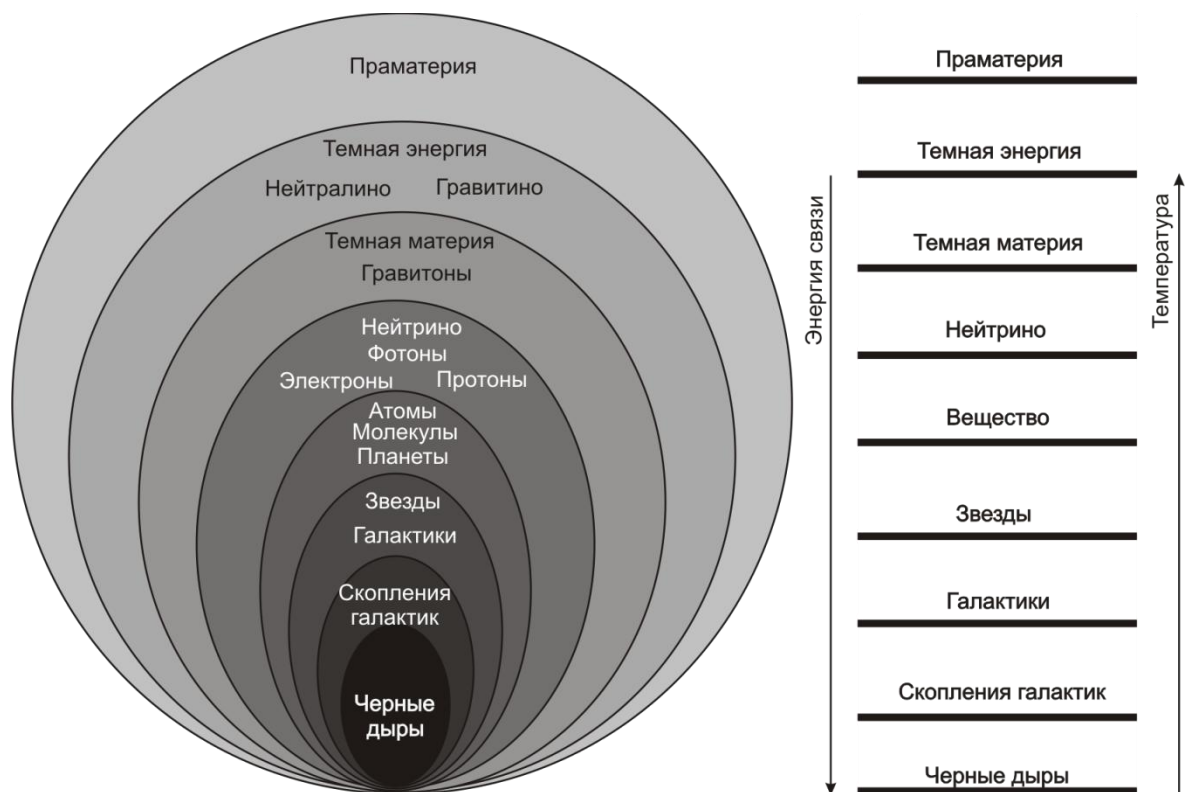


Рис. 1.5. Энергетические уровни материи

Сегодня многие астрономы убеждены, что в центрах большинства галактик размещаются черные дыры. В частности в нашей галактике Млечный путь масса центральной черной дыры оценивается в 30 000 солнечных масс. По горизонту событий этого образования существуют мощные горизонтальные (вдоль поверхности) потоки гравитонов. Они замыкаются на внутренность дыры с большой кривизной траектории. Скорость убегания от черной дыры равна скорости света. Поэтому только свет (летающий со скоростью све-

та!) может покинуть горизонт событий, если фотоны летят по радиусу. Черная дыра — это область, из которой ничего не может выйти.

Сила притяжения массы m в поле тяготения массы M в общей теории относительности (ОТО) определяется формулой

$$F = G \frac{Mm}{R^2 \sqrt{1 - \frac{2GM}{c^2 R}}}, \text{ где } c \text{ — скорость света в пустоте, } G \text{ — гравитационная постоянная.}$$

При $R = r_g = \frac{2GM}{c^2}$ (гравитационный радиус сферы Шварцшильда) выражение для силы F становится бесконечно большим.

Современная модель образования черных дыр не учитывает фазовых превращений структуры вещества при воздействии на него больших сил. Представим себе, что некоторый сферический объем газа звезды начинает сжиматься силами собственного тяготения. Внутри сферы давление газа должно увеличиваться к центру, чтобы обеспечить градиент давления, а значит и силу, препятствующую сжатию. По мере приближения объема к сфере Шварцшильда силы сжатия будут нарастать. Давление внутри звезды возрастет настолько, что вихревая структура фермионов и бозонов будет разрушаться. Все адроны и лептоны превратятся в нейтрино. Если сжатие будет продолжаться, то нейтрино внутри звезды превратятся в вихревые гравитоны, далее в нейтралино и, наконец, — в бесструктурную праматерию.

Как для данной массы вещества существует «гравитационный радиус», так и для материи существует «критическое давление» $p_{кр}$ или «критическая плотность энергии» $\varepsilon_{кр}$. При критическом давлении разрушается любая структура материи, — происходит переход в бесструктурное состояние сплошной среды. Коллапс вещества и излучения звезд приводит к тому, что внутри черной дыры образуется антигравитационное ядро — Белая дыра (рисунок 1.6). В структуре природных объектов заложено единство противоположностей, так что устойчивость достигается в динамическом равновесии. Сверхсжатая бесструктурная субстанция праматерии, заполняющая черную дыру, обладает свойствами отрицательного давления: она может только расширяться в каждой своей точке. При свободном расширении праматерии на этапе инфляции в ней поддерживается давление больше критического, и она расширяется в каждой своей точке без фазовых превращений. Когда же плотность энергии станет меньше критической, — среда испытает фазовые превращения, станет неоднородной.

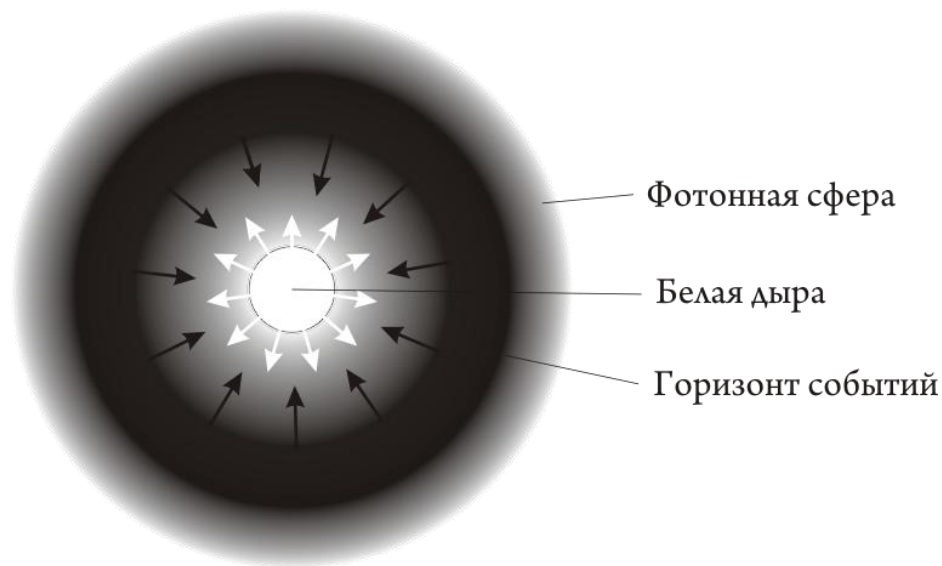


Рис. 1.6. Структура Черной дыры

Спутниковые фотографии удаленных Галактик (рисунок 1.7) позволяют увидеть, что обычные Черные дыры, являющиеся центрами Галактик, занимают значительный (до $\sim 10\%$) объем от размеров Галактики. Поэтому иногда встречающиеся представления о том, что наша Вселенная занимала до Большого Взрыва объем чуть ли не с булавочную головку, — не обоснованы. Объем Мегачерной Дыры — источника нашей Вселенной — до Большого Взрыва был, безусловно, чрезвычайно большим.

Из фотографий видно, что черные дыры в центрах Галактик ярко светятся. Большая часть излучения от дыры формируется снаружи, в фотосфере, энергичными частицами вещества. Поэтому получить инфор-

мацию о внутреннем строении дыры по фотонному излучению представляется затруднительным. Что касается сохранения информации, попавшей в звезду, то любая информация требует материального носителя. А черная дыра полностью уничтожает сами носители вместе с информацией.



Рис. 1.7. Черные дыры в центрах галактик

Размеры черных дыр имеют автоматическое ограничение при нормальных условиях формирования. При увеличении размеров энергия черной дыры увеличивается. Также внутри возрастает доля антигравитационной составляющей — праматерии. Это ведет к снижению силы гравитации и уменьшению поступления вещества внутрь дыры. Черные дыры переходят в устойчивое состояние.

Ядром Черной Дыры является антигравитационная Белая Дыра

Ясно, что с ростом Черной дыры растет и ее ядро — Белая дыра. Можно сказать, что Черная дыра — лишь оболочка для удержания Белой дыры. Но наступает момент, когда давление Черной дыры не сможет сдержать стремление к расширению Белой дыры, — система неизбежно взорвется. Так что «рождение Вселенных» не такой уж редкий процесс. Примером может служить заявление израильских астрофизиков Алона Реттера и Шолома Хеллера о том, что причиной аномальной гамма-вспышки под номером GRB 060614, зафиксированной в 2006 году, была именно «белая дыра». GRB 060614 располагается в созвездии Индейца на расстоянии более полутора миллиона световых лет от Земли. Данная вспышка была зафиксирована 14 июня 2006 года несколькими мощными телескопами. Она сопровождалась небывалым по длительности световым эффектом, который позволил астрономам измерить параметры и определить координаты данного объекта. Авторы этого исследования назвали вспышку Малым взрывом.

По мнению специалистов, долгие гамма-вспышки чаще всего возникают вследствие коллапса массивных звезд, превращающихся в черные дыры. Возникновение же коротких гамма-высышек является результатом слияния нейтронных звезд либо черной дыры и нейтронной звезды, что приводит к формированию новой черной дыры. Зафиксированная вспышка длилась 102 секунды, что должно было означать, что она завершится взрывом сверхновой. Но никакой сверхновой, которая была бы связана с GRB 060614, учёные не обнаружили. Кроме того, на этом участке неба вообще не предвиделось гамма-всплесков и появления новых объектов. Поэтому наиболее вероятной представляется идея об истечении праматерии из черной дыры.

Праматерия — это сверхсжатый, сверхтекучий, непрерывный (сплошной) континуум, основа нашей Вселенной

Праматерия представляет собой целостный объект, в котором уже сейчас можно выделить следующие свойства:

- непрерывность континуума сплошной среды;

- максимально возможная плотность энергии сверхсжатого состояния;
- максимально возможная энтропия при температуре $T = 0 \text{ K}$;
- антигравитация (отрицательное давление, стремление к расширению);
- сверхтекучесть;
- критическое давление кипения.

Все представления физического вакуума являются квантовыми: вакуум состоит из частиц. Праматерия непрерывна, она ни из чего не состоит и принципиально не допускает квантования, даже представления в виде бесконечного множества. Она не может ничего принимать, т.е. увеличивать свою энергию — только отдавать. Она ни из чего не составлена и актуально ничего не содержит. Но в ней потенциально содержится все разнообразие объектов и явлений Вселенной. Праматерия не имеет структуры, в ней нет порядка. Напомним, что порядок есть менее вероятное состояние системы, а беспорядок — более вероятное. Поэтому Праматерия обладает максимально возможной энтропией.

Так как в праматерии поддерживается высокое давление, то она стремится расшириться во все стороны *в каждой своей точке*, уменьшая при расширении плотность своей энергии. Благодаря свойству сверхтекучести эта плотность изотропна во всем объеме расширения. Для состояния праматерии понятий пространства, времени и массы не существует. Вращение праматерии по углам не имеет смысла — она однородна. Она имеет лишь одно измерение — радиальное в сферических координатах, т.е. может только расширяться в каждой точке. Так как она не имеет составных частей, то в ней нет относительного движения. Поэтому ее температура всегда равна абсолютному нулю.

Эйнштейн считал, что во Вселенной должны быть наряду с гравитацией и космические силы отталкивания, которые, в конце концов, и не позволяют Вселенной сжиматься под действием гравитации. Именно по этой причине Эйнштейн и ввел в свое уравнение гравитационного поля дополнительный член, который приводит к появлению силы, обладающей нужными свойствами. Только привлечение дополнительных сил отталкивания (антигравитации) и позволило Эйнштейну создать свою модель стационарной Вселенной. Указанные свойства праматерии описываются космологической постоянной Эйнштейна.

При больших давлениях праматерия аналогична перегретой жидкости. Она стремится взрывообразно расширяться. В процессе расширения плотность энергии и давление уменьшаются. При критическом давлении вся жидкость праматерии «закипит» с образованием вихревых флуктуаций. При этом образуются устойчивые как мелкомасштабные вихри — частицы-нейтралы, так и крупномасштабные — будущие Галактики. При дальнейшем расширении праматерии одновременно в каждой точке Галактики расходятся между собой, образуя ячеистую структуру.

В связи с представлением праматерии как основополагающей субстанции нашей Вселенной следует уточнить и философские определения материи. В основных свойствах праматерии мы не отметили свойство «движение». Ведь перед Большим Взрывом Праматерия была в целом неподвижна. Она обладала только потенциальной энергией сжатия. Поэтому следует считать основным свойством материи «энергию», а не «движение». Ведь «Движущаяся Материя» предполагает наличие только кинетической энергии.

Для описания праматерии как континуума нужна новая теория, которая учитывала бы фазовые превращения материи и включала бы в себя квантовую механику как составную часть. Важнейшей задачей квантовой механики при этом становится описание квантовых флуктуаций как двигателей самоорганизации материи.

После Большого взрыва освобожденная от сдвливания Праматерия стала ускоренно расширяться одновременно в каждой своей точке. Это состояние описывается инфляционной моделью де Ситтера — решения уравнений ОТО с космологической постоянной. В этом случае динамика Вселенной определяется только космологической постоянной (т.е. свойствами Праматерии), а вкладом холодного вещества и излучения пренебрегается. Следует отметить высокую однородность и изотропность начального состояния расширения благодаря «сверхтекучести» праматерии. Если Мегачерная дыра вращалась, то сейчас во Вселенной должна существовать выделенная ось симметрии, относительно которой располагаются элементы структуры. В любом случае в каждой точке происходит свой точечный взрыв, свое расширение.

При адиабатическом расширении плотность энергии Праматерии и давление уменьшаются. В конце этапа инфляции течение Праматерии вошло в турбулентный режим «кипения» перегретой жидкости. Во всем объеме Праматерии одновременно возникли правосторонние и левосторонние линейные вихри. При частых столкновениях часть из них сгибалась в кольцо и оставалась в устойчивом состоянии. Силы, которые

сгибали линейный вихрь в кольцо, придавали жидкости скорость вдоль кольца. Вихри имели тороидальное (вдоль малой окружности тора) и кольцевое (вдоль большой окружности тора) вращения (рисунок 1.8). Спин образовавшихся вихревых частиц *нейтралино* и *антинейтралино* равен $\hbar/2$ или $-\hbar/2$.

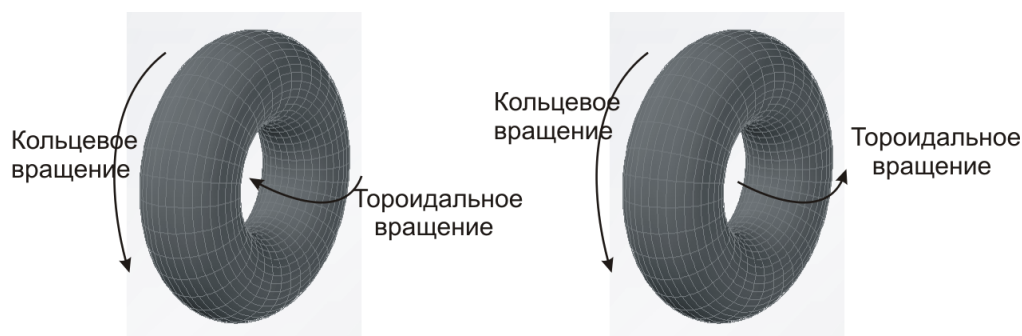


Рис.1.8. Схема нейтралино с левовинтовым (слева) и правовинтовым (справа) вращением

Масса как скрытая энергия частицы возникает при образовании вихрей из первичной праматерии. Тороидальное вихревое кольцо может непрерывно двигаться вдоль оси в направлении, перпендикулярном плоскости вихря (на рисунке 1.8 — влево). Поэтому у него нет продольной массы. Но при движении в плоскости вихря кольцо будет обладать поперечной массой, т.е. поперечной энергией покоя вихрей в виде скрытой кинетической энергии тороидального вращения. Первичные кванты материи — *нейтралино* — и являются «*бозонами Хиггса*», которые ответственны за образование массы всех частиц поля и вещества. В пределе на уровне темной энергии вихри должны обладать характерными планковскими параметрами массы, длины и времени, выраженными через постоянные \hbar , c , G :

$$m = \left(\frac{\hbar c}{G}\right)^{\frac{1}{2}} = 2,2 \cdot 10^{-8} \text{ кг}, \quad l = \left(\frac{\hbar G}{c^3}\right)^{\frac{1}{2}} = 1,6 \cdot 10^{-35} \text{ м}, \quad t = \left(\frac{\hbar G}{c^5}\right)^{\frac{1}{2}} = 5,3 \cdot 10^{-44} \text{ с}.$$

Масса m здесь, конечно, определяет меру энергии вихревой частицы:

$$E = mc^2 = 2 \cdot 10^{-8} \cdot 9 \cdot 10^{16} = 1,8 \cdot 10^9 \text{ Дж} = 1,125 \cdot 10^{22} \text{ МэВ}.$$

Длина l характеризует размер фундаментального вихря поля, а время t — частоту его вращения: $\nu \cong 2 \cdot 10^{43} \text{ Гц}$. Заметим сразу, что момент импульса планковского вихря определяется по формуле

$$mcr = mc \frac{l}{2} = \frac{1}{2} \left(\frac{\hbar c}{G}\right)^{\frac{1}{2}} c \left(\frac{\hbar G}{c^3}\right)^{\frac{1}{2}} = \frac{\hbar}{2}.$$

Стандартная модель «Горячей Вселенной» предполагает высокую степень однородности и изотропности Вселенной. На временном интервале от планковской эпохи ($T_{Pl} = 10^{-43} \text{ с}$, $\rho_{Pl} = 10^{93} \text{ г/см}^3$), до эпохи рекомбинации её поведение определяется уравнением состояния, близким к следующему:

$$p = \varepsilon/3, \text{ где } p \text{ — давление, } \varepsilon \text{ — плотность энергии.}$$

Масштабный фактор $R(t)$ изменялся на указанном интервале времени по закону $R(t) \sim t^{1/2}$, а затем, до настоящего времени, по закону $R(t) \sim t^{2/3}$, соответствующему уравнению состояния:

$$p \ll \varepsilon = \rho c^2, \text{ где } \rho \text{ — средняя плотность Вселенной.}$$

В настоящее время происходит ускорение расширения во времени, что даёт повод говорить об инфляционном характере расширения Вселенной и на современном этапе её эволюции. Это ускорение обусловлено релятивистскими нейтралино и фотино в среде расширяющейся Праматерии. Дополнительная энергия поступает в поле за счет сброса части поля в вещество.

В процессе парных взаимодействий тороидальные вихревые нейтралино сталкивались, образуя составные вихревые частицы. Если нейтралино соединяются плоскостями, то получаются бозоны, которые назовем «Фотино» (рисунок 1.9). Спины фотино из пары нейтралино могут быть равными $+1, -1, 0$.

Фотино обладают нулевой продольной массой и ненулевой поперечной массой. Фотино — сверхрелятивистские частицы. Как и нейтралино, они постоянно движутся поступательно вдоль оси. При этом их скорость, скорее всего, значительно превышает скорость света. Потоки нейтралино и фотино уже не обладают сверхтекучестью, они имеют определенную вязкость. Высокоскоростная проточная среда нейтралино и фотино образует вместе с заполняющей пространство сжатой праматерией «Темную энергию», ответственную за расширение нашей Вселенной. Плотность Темной энергии практически однородна во всем пространстве Вселенной.

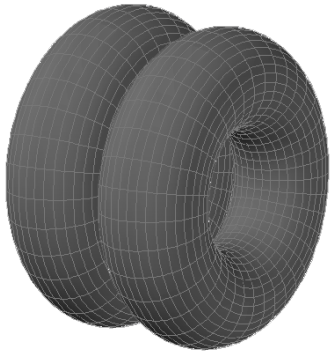


Рис. 1.9. Схема фотино

При соединении противоположно направленных бозонов нейтрально были созданы релятивистские фермионы «Гравитоны» (рисунок 1.10). Спин гравитона может быть равным $1/2$ или $-1/2$. Они обладают продольной массой, а их поперечная масса равна нулю. Движение гравитонов происходит со скоростью света по касательной, проведенной в точке соединения колец.

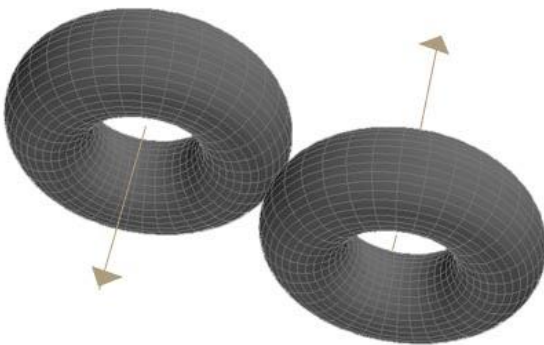


Рис. 1.10. Схема гравитона

Гравитоны являются гравитационно-неустойчивыми частицами. В течение короткого времени после своего возникновения они образовали неоднородности — объемные фрагменты с повышенной плотностью, месторасположение будущих Галактик. При дальнейшем расширении праматерии размеры фрагментов удерживались силами тяготения, а расстояния между фрагментами увеличивались. Сегодня всю среду релятивистских гравитонов мы называем «Темной материей» или «Электромагнитным полем».

Возможно, существовал и другой механизм образования неоднородностей Темной материи. В момент «кипения» праматерии и образования гравитонов существовали не только мелкоструктурные вихри, но и крупномасштабные завихрения, которые и привели к образованию «гравитонных галактик».

Нейтрально, фотино и гравитоны относятся к типу SWIMPs (superweakly interacting massive particles — сверхслабовзаимодействующие массивные частицы) — новому классу небарионной холодной скрытой материи. Они отличаются чрезвычайно слабым взаимодействием с веществом и светом и большой массой (энергией).

Энергия — единственная универсальная для всех уровней величина, которая сохраняется при всех взаимопревращениях. Значения энергии поля ускользает от измерения. Это связано с тем принципиальным обстоятельством, что во всех физических взаимодействиях проявляется только разность энергий физических систем в различные моменты времени или в различных точках пространства. Лишь гравитация

«чувствует» саму энергию, а не её разности. Поэтому для открытия темной энергии и темной материи послужила вся наблюдаемая Вселенная. В ней уровень поля оказался доминирующим по значению плотности энергии и создаваемым гравитационным эффектам.

В условиях чрезвычайно большой плотности проточная среда релятивистских гравитонов вела себя как перегретая жидкость. При быстром расширении праматерии потоки жидкости становились турбулентными. Большие значения числа Рейнольдса были обусловлены высокой плотностью, большой скоростью и малой динамической вязкостью потока. Гравитонная жидкость «вскипала» с образованием во всем объеме среды множества правовинтовых и левовинтовых линейных вихревых потоков. Часть этих вихрей обрели устойчивость, замкнувшись в кольцо. Такие кольцевые образования гравитонов мы называем теперь *нейтрино*.

Нейтрино — это тороидальный вихрь гравитонов
электромагнитного поля

С нейтрино начинается образование вещества путем формирования из нейтрино составных частиц.

1.4. Энергетические уровни и дополнительные измерения

Для описания материальных объектов Вселенной в пространстве и во времени необходимо, прежде всего, уточнить сами понятия пространства и времени, которые всегда представляют собой на квантовом уровне неделимое единство.

Пространство

На уровнях скалярных полей невозможно ввести трехмерную систему координат и время. Кто хоть раз попадал в очень плотный туман на море, тот согласится, что понятия направления (вправо-влево, вперед-назад) становятся в такой обстановке бессмысленными, да и само время тоже «останавливается». Для отсчета положения в пространстве нужны ориентиры. Для отсчета промежутков времени нужны события.

Абсолютного пространства, пустого математического пространства самого по себе, как особой физической сущности, в природе не существует. Пространство не естьместилище движущейся материи. Пустоты в природе нет, все явления протекают в материальной среде. С релятивистской точки зрения понятие «пространство» выражает совокупность отношений, складывающихся в движении и взаимодействии реальных физических объектов. Пространство есть проявление свойства протяженности материи, обусловленное ее движением. Но пространство характеризуется наличием измерений (координат). Если нет измерений, то есть только протяженность.

Пространство возникает после образования в континууме праматерии вихрей. Среда поля содержит микровихри трех сортов: нейтралино, фотино, гравитоны. В отдельном вихре можно выделить его линейное перемещение и угловые вращения. Но вследствие идентичности и малых размеров вихрей в любом линейном направлении макросреда поля изотропна. Трехмерная линейная система координат приобретает для нас физический смысл только на вещественном этапе развития материи. Только здесь появляются для нас ориентиры для установки и отсчета линейных координат.

Возникающие новые трехмерные измерения вещества содержат в себе скрытые старые измерения поля. При этом единица масштаба новых измерений настолько увеличивается, что действия в новых измерениях происходят на фоне «сплошной среды» старых измерений. Для нас вода представляется сплошной средой, хотя мы точно знаем, что она состоит из дискретных молекул. Вещество собирается в вихри звездных галактик аналогично тому, как гравитоны сформировали вихри нейтрино. Если бы поле зрения наблюдателя имело бы галактические масштабы, то наши земные измерения были бы для него скрытыми.

Время

В материальном пространстве все события обусловлены «близкодействием». Но тогда в каждом малом объеме среды можно наблюдать череду сменяющих друг друга событий различной длительности. Сменяемость событий ассоциируется в нашем сознании с конечной скоростью передачи воздействий, со временем. Абстрагируясь от наблюдений конкретных явлений, мы можем ввести понятие непрерывно-равномерного времени. Но при этом мы наблюдаем не само время, а сменяемость и длительность протекания явлений. Как особой физической сущности, времени в природе не существует. Объективная непрерывность явлений и их непрерывная сменяемость создают впечатление «потока времени». Время непрерывно, пустого времени не бывает.

Время не есть вместилище событий, это «расстояние» между событиями. Время отражает последовательность и длительность движений материи, ее энергетическое состояние. Время проявляет реально существующие в природе физические процессы. С позиций теории относительности время может быть различным у различных тел, т.е. физические системы могут иметь различное собственное время и эта их возможность зависит от того, как на эти тела действует гравитация и с какой скоростью они движутся. У времени только два основных признака: его *направленность* и *темп*. Однонаправленность «стрелы времени» обусловлена физической сущностью происхождения времени, т.е. причинно-следственной последовательностью взаимодействий элементов материи. Темп собственного времени обусловлен энергетической насыщенностью элементов материи, плотностью их внутренней энергии.

Темп времени познаваемой Вселенной различен в различные космологические эпохи и неуклонно замедляется в процессе ее эволюции. Как плотность энергии, так и скорость эволюции во Вселенной в прошлые эпохи была значительно выше, чем в современную эпоху.

Темп собственного времени праматерии в момент Большого Взрыва был очень высоким. Большой Взрыв — это и есть инфляция, расширение Белой Дыры до критических размеров, при которых наступает возможность образования вихрей. Можно считать, что при Большом Взрыве, т.е. на этапе инфляции, при однородном и изотропном расширении праматерии для внутреннего наблюдателя событий практически нет. Поэтому скорость расширения была на этапе инфляции чрезвычайно большой.

События возникают только после образования вихрей, когда появляется структура материи. Тогда становится возможным отделить один элемент материи от другого и выделить события с каждым отдельным вихрем. Однако для макронаблюдателя все события с микровихрями поля происходят одинаково хаотично — событий в поле нет, так как макронаблюдатель усредняет все события. Собственные времена массивных вихрей темной энергии и темной материи составляют $\sim 10^{-43}$ с. Поэтому они свернуты, скрыты от макронаблюдателя, какие бы совершенные инструменты он ни применял для их обнаружения.

Лишь в состоянии вещества наблюдатель может сравнивать одновременно происходящие различные события с материальными элементами. Поэтому лишь на этом этапе время обретает для нас физический смысл и требует введения временной координаты для своего измерения.

Теория Калуцы-Клейна и электромагнитное поле

Со времени установления общей теории относительности теоретики непрерывно работают над тем, чтобы рассмотреть законы гравитации и электричества с общей точки зрения. В 1919 г. Теодор Калуца выдвинул идею, что электромагнетизм является своего рода «гравитацией», но не обычной, а «гравитацией» в ненаблюдаемых измерениях пространства. Калуца ввел в уравнения Эйнштейна ОТО пятое свернутое (ненаблюдаемое) измерение в виде цилиндрической (угловой) координаты. Он предположил, что это измерение в виде бесконечно тонких колец очень малого радиуса присутствует в каждой точке наблюдаемого нами пространства и что оно ответственно за электромагнитные явления (рисунок 1.11).

Калуца сразу получил не только уравнения гравитации, но и уравнения Максвелла. Получается, что 4 координаты (три пространственных и время) описывают гравитацию, а пятая свернутая цилиндрическая пространственная координата описывает электромагнитные явления. Более того, если из одних и тех же уравнений получаются и гравитационные и электромагнитные соотношения, то вывод может быть только один: они имеют один и тот же физический механизм реализации.

Основная идея Калуцы состояла в переходе от 4-мерной римановой геометрии к 5-мерной, когда квадрат интервала представляется в виде:

$$ds^2 = G_{AB} dx^A dx^B \quad (A, B = 0, 1, 2, 3, 5).$$

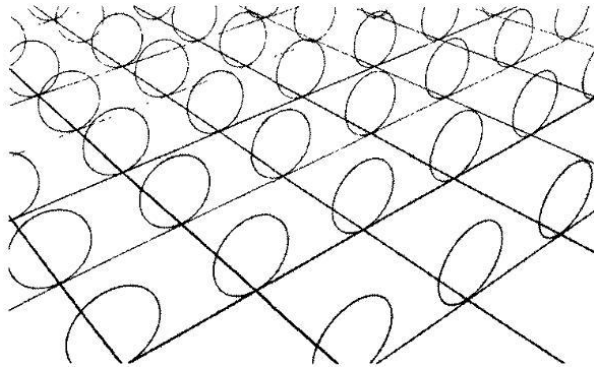


Рис. 1.11. Цилиндрическое измерение Калуцы

Компоненты 5-мерного метрического тензора G_{AB} образуют квадратичную матрицу, имеющую 15 различных компонент:

$$G_{AB} = \begin{bmatrix} G_{00} & G_{01} & G_{02} & G_{03} & G_{05} \\ G_{10} & G_{11} & G_{12} & G_{13} & G_{15} \\ G_{20} & G_{21} & G_{22} & G_{23} & G_{25} \\ G_{30} & G_{31} & G_{32} & G_{33} & G_{35} \\ G_{50} & G_{51} & G_{52} & G_{53} & G_{55} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} G_{\mu\nu} & G_{\mu 5} \\ G_{5\nu} & G_{55} \end{bmatrix} \Rightarrow \begin{bmatrix} g_{\mu\nu} & A_\mu \\ A_\nu & G_{55} \end{bmatrix}$$

Тогда 5-мерное действие запишется в виде:

$$S \sim - \int R^{(5)} \sqrt{-G} d^5x = -\frac{1}{k} \int \sqrt{-g} R^{(4)} d^{(4)}x - \frac{1}{4} \int F_{\mu\nu} F^{\mu\nu} \sqrt{-g} d^{(4)}x.$$

Постулируется, что компоненты G_{AB} не зависят от 5-ой координаты (*условие цилиндричности*). Тогда десять компонент с 4-мерными индексами соответствуют метрическому тензору $g_{\mu\nu}$ эйнштейновской теории гравитации, а четыре дополнительные компоненты $G_{5\alpha}$ Калуца предложил отождествить с компонентами электромагнитного векторного потенциала

$$A_\alpha = \frac{c^2}{2\sqrt{G}} G_{5\alpha}.$$

Здесь c – скорость света, G – ньютоновская гравитационная постоянная и $\alpha=0,1,2,3$.

Уравнения геодезических принимают вид:

$$\frac{d^2x^A}{dl^2} = -\Gamma_{BC}^A \frac{dx^B}{dl} \frac{dx^C}{dl}.$$

Обобщенные 5-мерные уравнения Эйнштейна записываются в виде:

$${}^5R_{AB} - \frac{1}{2} G_{AB} {}^5R = \chi Q_{AB},$$

где χ — постоянная.

Оказывается, что пятнадцать 5-мерных уравнений Эйнштейна распадаются на систему из десяти обычных 4-мерных уравнений Эйнштейна, на четыре уравнения Максвелла и еще одно уравнение для скалярного поля.

Для устранения этого 15-го уравнения, кроме условия цилиндричности, достаточно потребовать:

$$G_{55} = -1.$$

Знак «-» берется из тех соображений, что координата x^5 пространственно-подобная (для обеспечения нужного знака перед тензором энергии-импульса).

Четыре из пяти 5-мерных уравнений геодезической линии совпадают с известными 4-мерными уравнениями движения заряженной частицы в гравитационном и электромагнитном полях, если предположить, что пятая компонента 5-мерной скорости имеет смысл отношения электрического заряда q частицы к ее массе m :

$$\frac{dx^5}{ds} = -\frac{2}{\sqrt{G}} \frac{q}{m},$$

а пятая компонента импульса принимает смысл заряда

$$p^5 = m \frac{dx^5}{ds} = -(2\sqrt{G})q.$$

Дополнительное 5-е уравнение геодезической линии превращается в условие постоянства отношения электрического заряда частицы к ее массе:

$$\frac{d}{ds} \left(\frac{q}{m} \right) = 0 \Rightarrow \frac{q}{m} = const.$$

Известное в электродинамике калибровочное преобразование электромагнитного потенциала:

$$A'_\alpha \rightarrow A_\alpha + \frac{\partial f}{\partial x^\alpha}$$

оказывается обусловленным преобразованиями 5-й координаты:

$$x'^5 = f(x^0, x^1, x^2, x^3).$$

Таким образом, теория Калуцы расширила пространство Минковского до 5-мерного пространства, показав единство электричества и тяготения. Источником калибровочных теорий является многомерная общая теория относительности. Дополнительное цилиндрическое (угловое) измерение весьма компактно. Оно отличается очень малым размером пространственных петель и потому ненаблюдаемое. По расчетам Клейна эти размеры составляют 10^{-32} м. Но измерение — это координата движения материи. Следовательно, из общей теории относительности следует, что наше 3-х мерное пространство вещества и излучения погружено в среду невидимых мелкодисперсных квантов *электромагнитного поля*, обладающих угловым вращением. Именно угловое вращение обеспечивает взаимодействие гравитонов с внешней средой. Тороидальное вращение связано с собственными характеристиками гравитонов. В частности, оно обеспечивает постоянное движение со световой скоростью вдоль оси и поперечную массу.

Дополнительные измерения в теории струн

Представляет интерес сопоставить представленную схему рождения Вселенной с результатами теории суперструн. Это семейство из пяти теорий, приводящих к сходным физическим результатам. Теория суперструн принадлежит к числу построений ТВС («Теорий Всего Сущего»), которые призваны объединить большое и малое — общую теорию относительности Эйнштейна и квантовую механику.

Согласно теории струн Вселенная состоит из крошечных струн, которые могут колебаться подобно гитарной струне. Звуки, которые издает струна при возбуждении (скажем, щипке), определяются ее натяжением и размерами. Частота резонансных колебаний определяет высоту звука. Известные частицы интерпретируются как различные моды колебаний единой струны. Частота каждой моды определяет энергию, массу, заряд частицы и константы взаимодействия элементарных частиц. Благодаря существованию моды колебаний, соответствующей безмассовому гравитону со спином 2, гравитация является неотъемлемым элементом этой теории. Чтобы избежать бессмысленных значений вероятности, теория требует девяти пространственных измерений, в которых может колебаться струна: 3 протяженных пространственных, одно временное и еще 6 свернутых (ненаблюдаемых) измерений.

Теория суперструн или теория, соединяющая все версии (которую называют М-теорией), рассматривает протяженные объекты целого ряда пространственных измерений и требует десяти пространственных измерений. Протяженные трехмерные объекты называют 3-бранами, протяженные четырехмерные — 4-бранами, и так далее до 9-бран. На рисунке 1.12 показан пример с двумя дополнительными измерениями, свернутыми в форму тора. Эти дополнительные измерения присутствуют в каждой точке пространства, описываемого нашими обычными протяженными измерениями. Дуальность в теории струн отражает описанную выше многоуровневость дискретных состояний материи.

В представляемой вихревой модели реализуется именно случай сдвоенных дополнительных измерений. Вихри, как известно, могут существовать в среде лишь в виде замкнутых кольцевых образований (торов). У каждого тора есть измерение вдоль оси и два циклических (угловых) измерения: кольцевое вращение вокруг оси тора и тороидальное вращение вдоль малых окружностей. Но благодаря осевой симметрии поворот вокруг оси не имеет физического значения. Поэтому здесь мы считаем, что тороидальные частицы обладают двумя измерениями.

Измерения — это те степени свободы, которыми обладает выделенный фрагмент первичной праматерии в рассматриваемых элементах структуры. Например, кольцевые вихри нейтрально осесимметричны и могут быть описаны двумя измерениями. А гравитон (рисунок 1.10) требует для своего описания трех измерений: в нем два кольцевых нейтрально вращаются вокруг общей оси. Сама Праматерия имеет одно измерение — она может только расширяться. Поэтому для наглядного моделирования этого расширения в каждой точке пространства внутри тором рисунка 1.12 нужно поместить сферы (рисунок 1.13).

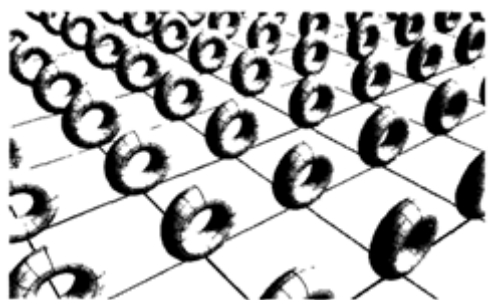


Рис. 1.12. Свернутые дополнительные двумерные измерения (торы)

В общем виде дополнительные измерения в теории струн описываются многомерными пространствами Калаби-Яу.

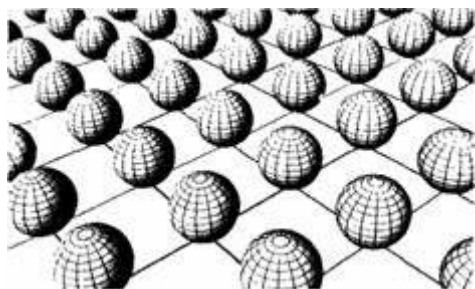


Рис. 1.13. Свернутые измерения расширяющейся праматерии

Когда струна перемещается, осциллируя по ходу своего движения, геометрическая форма дополнительных измерений играет решающую роль, определяя моды резонансных колебаний, в которых проявляются массы и заряды элементарных частиц. Поэтому фундаментальные свойства Вселенной в значительной степени определяются размерами и формой дополнительных измерений.

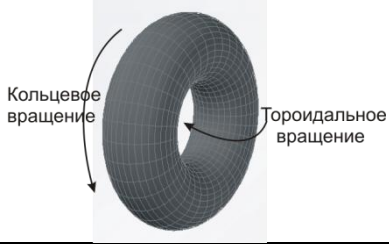
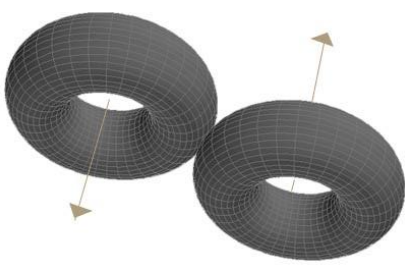
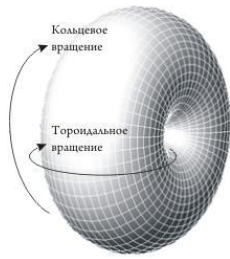
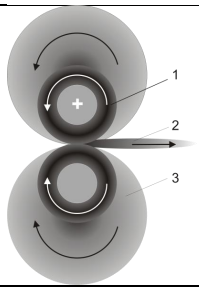
Теория суперструн не достигла своей цели стать «Теорией Всего» из-за отсутствия физической модели. Выявленные дополнительные свернутые пространственные измерения не интерпретируются как вложенные в протяженные измерения, т.е. задающие структуру. Струна представляется бесструктурным объектом, аналогично классическим точечным элементарным частицам. Многомерные браны как реальные объекты нельзя принимать всерьез. А интерпретация дополнительных измерений как «выходов в другие Вселенные» относится к научной фантастике. В теории не рассматриваются дополнительные временные измерения. И, конечно, частиц в виде струн в природе вообще не существует.

Круговорот материи в природе

Дополнительные свернутые пространственные и временные измерения непосредственно связаны с энергетическими уровнями, которые определяют развитие материи. Скрытые измерения показывают направление «вглубь», определяют структуру частиц вещества. Это просто масштабные коэффициенты составных систем. Если бы поле нашего зрения занимало площадь Галактики, то свернутыми измерениями были бы земные координаты. В самом деле, гравитоны имеют размеры порядка планковского ($\sim 10^{-35}$ м). Они образуют вихри нейтрино (размер $\sim 10^{-15}$ м), нейтрино образуют макровещество (размер ~ 1 м), вещество собирается в вихри Галактики (размер нашей Галактики $\sim 10^{20}$ м).

В качестве конкретного примера покажем, что электрон имеет 11 измерений. Его структура будет обсуждаться ниже, но сейчас скажем только, что она повторяет конфигурацию гравитона с заменой нейтрино на гравитон. Скрытые временные измерения не учитываем. Как обычно, как бы пометим малый объем праматерии и проследим за его движениями во вложенных структурных элементах.

Уровень	Объект	Схема	Число измерений
---------	--------	-------	-----------------

Праматерия	Праматерия		1
Поле	Нейтралино		2
	Гравитон		1
Микрочастицы	Нейтрино		2
	Электрон		1
Макровещество	Протяженные координаты		3
	Время		1
		Итого:	11

Уровневый подход предполагает единство физических законов на всех уровнях. Базовая сущность дискретных объектов на вложенных уровнях не меняется, различаются лишь структура и масштаб явлений. Мелкодисперсные вихревые гравитоны, заполняющие пространство на уровне электромагнитного поля, мы чаще будем рассматривать как сплошную вязкую сжимаемую жидкость. В этой жидкости имеются локальные вихри — частицы. Часть вихрей соединяется между собой. Возникают тела более сложной структуры, которые сохраняют вихревые параметры.

Вещество в виде сформированных планет, звезд и галактик — лишь малая, видимая часть материи

Большая часть материи в виде поля не дана нам в ощущения, хотя она нас окружает со всех сторон. Истинный мир кардинально отличается от видимого мира. Во Вселенной вещество составляет ~4,4%, Тем-

ная материя составляет ~23% от всей материи. На долю более высоких уровней (Темная энергия и Праматерия) приходится ~72,6% материи Вселенной.

Уровни темной энергии стремятся Вселенную расширить за счет своего отрицательного давления. Уровни темной материи и вещества обеспечивают гравитационное сжатие Вселенной. Разница в значениях плотностей между темной материей и темной энергией не очень велика. Однако сейчас наблюдается ускорение разбегания галактик. Это означает, что современная эпоха — это переход от преобладания сил темной материи и вещества к преобладанию сил темной энергии.

У нас нет никаких оснований считать свою Вселенную уникальной. Очевидно, что таких объектов бесконечно много. Мир похож на мыльную пену из континуума праматерии с раздувающимися или схлопывающимися пузырьками отдельных Вселенных.

Каково будущее нашей Вселенной? Сейчас расширение нашей Вселенной происходит за счет расходования энергии праматерии, накопленной при коллапсе вещества до Большого Взрыва. Сброс части поля в вещество позволяет поддерживать высокую скорость расширения. Когда напор поля нашей Вселенной ослабнет, вещество и соседние Вселенные с более высокой плотностью праматерии начнут сжимать ее, передавая ей часть своей энергии. Постепенно Галактики будут собираться в черные дыры, пока не образуется гигантская по размерам Мегадыра. Ядро этой Черной дыры снова будет в виде Белой дыры, заполненной сверхсжатой праматерией. Наступит момент, когда давление сжатого объема праматерии превысит окружающее давление — раздастся новый Большой Взрыв в виде инфляции праматерии и вся история повторится в новом качестве. Так осуществляется круговорот материи в природе (рисунок 1.14).



Рисунок 1.14. Круговорот материи во Вселенной

Становление мироздания произошло диссипативным путем через рассеяние энергии и уменьшение энтропии. Создание жизни — лишь продолжение развития неживой природы, возрастание порядка. Природа прошла эволюцию от бесструктурной Праматерии — абсолютного Хаоса — до высокоорганизованного человеческого мозга с его 10^{11} нейронами, связанными между собой. Двигателем самоорганизации материи являлись случайные квантовые флуктуации. Положительная обратная связь, закрепляющая и усиливающая часть из них, обеспечивалась за счет расширения Праматерии, либо за счет диссипации энергии связи.

Раскрытие сущности взаимодействия уровней представляет в настоящее время большой интерес для космологии и для решения энергетических проблем. Отметим сразу, что термодинамического, теплового равновесия между далекими уровнями не может быть из-за невозможности их взаимодействия. Взаимодействовать между собой могут лишь объекты ближайших уровней с близкими параметрами размеров и энергии. Энергия взаимодействия частиц на атомно-молекулярном уровне составляет $\sim (0,1-1)$ эВ. Энергия взаимодействия электронов с ядром в атомах $\sim (1-100)$ эВ. В ядрах атомов энергия связи достигает значений 10 МэВ. При формировании протонов энергии связи достигает 100 МэВ. Часто, даже внутри уров-

ней «температура» каждого объекта своя и «теплообмен» невозможен из-за высокой упорядоченности движения составляющих объект частей. Поэтому говорить о возможности выравнивания «температур» всех объектов, т.е. о тепловой смерти Вселенной в целом, нет никаких оснований.

Таким образом, основная форма существования материи представляется в виде вихрей. Поэтому прежде, чем анализировать конкретные материальные объекты, рассмотрим общие свойства вихрей.

1.5. Основные свойства вихрей

Наполним широкий цилиндрический сосуд конечной высоты (рисунок 1.15) капельной или газообразной жидкостью. Если ее раскрутить, то получим вихревое движение.



Рис. 1.15. Изменение линейной скорости в вихре

Центральный цилиндрический столбик некоторой толщины — *ядро* или *кern* вихря — вращается как твердое тело вокруг своей оси. Остальная масса жидкости — *присоединенный слой* — крутится вокруг ядра. Линейная скорость вращения в слое уменьшается по направлению от оси вихря как $1/r$. Для точек жидкости, значительно удаленных от ядра, скорости обратно пропорциональны кубам расстояния от ядра ($1/r^3$).

Аналогично закручены вихри в среде гравитонов. Область присоединенного слоя снаружи ядра вихря является, безусловно, неотъемлемой частью этого вихря. Но далее мы будем называть *частицей* только компактное ядро — быстровращающуюся часть с положительным градиентом скорости. Протяженную наружную часть с отрицательным градиентом скорости будем называть *присоединенным слоем окружающей среды гравитонов*. В этом случае вихри можно рассматривать как твердые «шарики» в окружении присоединенного «собственного поля». Такая точка зрения является традиционной. Например: поток «твердых» электронов и сопровождающее их электрическое и магнитное поля, «твердые» звезды и планеты и сопровождающие их гравитационные поля.

Будем помнить, однако, что слой гравитонов вокруг частиц — это не захват вращающимся твердым телом частиц окружающей среды. Земля движется не сквозь «неподвижный эфир» по Лоренцу, создавая эффект «эфирного ветра». Земля не «увлекает за собой эфир» по Стоксу и Герцу. Окружающий Землю приземный пограничный слой гравитонов (магнитосфера) является неотделимой частью объекта «Земля». В этом слое создаются эффекты тяготения, распространяются свет и радиоволны. Радиус слоя определяет «кривизну пространства», созданную тяготеющей массой Земли.

Вихри характеризуются двумя основными параметрами:

1. Напряжением или интенсивностью вихря w — произведением площади нормального сечения центрального столбика вихря на его угловую скорость.
2. Циркуляцией скорости по замкнутому контуру Γ — произведением длины контура на среднюю скорость из всех составляющих скоростей точек контура.

Полагая радиус центрального столбика равным r_0 , получим

$$2w = 2\pi r_0^2 \omega = 2\pi r_0 v = \Gamma. \quad (2.1)$$

Теоремы Гельмгольца о вихрях в идеальной жидкости:

1. Вихревые шнуры всегда состоят из одних и тех же частиц.

2. Циркуляция вихревого шнура для всех сечений постоянна.

3. Вихревые шнуры должны замыкаться на себя или оканчиваться на границах жидкости.

Если концы вихревого шнура не лежат на границах жидкости, то они должны быть замкнуты между собой. Все частицы жидкости, лежащие вне кольца, движутся при этом по замкнутым кривым, проходящим сквозь кольцо. Циркуляция скорости по всем этим кривым одинакова и равна циркуляции скорости на контуре сечения кольца. Скорость частиц максимальна на поверхности кольца.

Элемент вихревой линии dl вызывает в каждой точке M окружающей среды скорость, определяемую формулой Био-Савара:

$$dv = \frac{\Gamma}{4\pi} \frac{dl \sin(dl, r)}{r^2} \text{ или } d\vec{v} = \frac{\Gamma}{4\pi} \frac{[d\vec{l}\vec{r}]}{r^3},$$

где dl – элемент вихревой линии; v – скорость, вызываемая этим элементом в точке M окружающей среды, r – расстояние от элемента до точки M , Γ – циркуляция скорости по контуру, охватывающему вихревую линию (рис.2.4).

Вектор $d\vec{v}$ лежит в плоскости, перпендикулярной элементу $d\vec{l}$, и направлен по касательной к окружности, которая проведена через точку M и имеет центр на оси, являющейся продолжением dl .

Для прямолинейного отрезка вихревой линии вызываемая им скорость в точке M определяется формулой:

$$v = \frac{\Gamma}{4\pi r} (\cos a - \cos b),$$

где a и b – углы, показанные на рисунке 1.16.

Если вихрь прямолинеен и простирается до бесконечности в обе стороны, то вызываемые им скорости равны $v = \Gamma/2\pi r$. Заметим, что здесь слово «вихрь» мы употребляем в более широком смысле, чем выше. А именно, под вихрем подразумеваем любую конфигурацию потока жидкости с замкнутыми линиями тока. Циркуляция скорости в вихре по замкнутым контурам не равна нулю. Другими словами, вихревая скорость не имеет потенциала. При учете воздействия нескольких вихрей справедлив принцип суперпозиции.

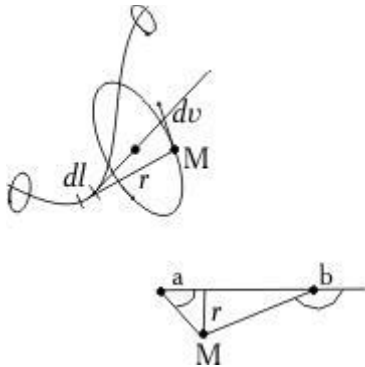


Рис. 1.16. Схема определения скорости dv , вызываемой в точке M элементом вихревой линии dl

Существует общий механизм взаимодействия между разнообразными вихревыми объектами в полевой среде. Притяжение, отталкивание, объединение частиц для создания новой структуры обуславливаются теми скоростями, которые вихри вызывают в окружающей их среде. Вихри взаимодействуют друг с другом лишь на том расстоянии, на котором вращение окружающей их возмущенной среды может увлечь другие тела. Если в зону вращения присоединенного слоя вихря попадает второй вихрь, то он вращается вокруг первого вихря. То же самое справедливо для второго вихря (рис. 1.17). Это не перемещение одного тела за счет удара или сил трения со стороны другого тела. Это движение среды — как если бы щепка попала на речке в водоворот.

Если два вихря имеют равные по величине, но противоположные по знаку интенсивности, то они сообщают друг другу равные по величине и одинаково направленные скорости, т.е. движутся поступательно (рис. 1.17 а). Два вихря, имеющие одинаковые по величине и знаку интенсивности, вращаются вокруг оси, проходящей через середину расстояния между ними (рис. 1.17 б). Если два одинаковых вихревых кольца имеют общую ось, (рис. 1.17 с), то переднее вследствие скоростей, задаваемых задним кольцом, увеличивается в диаметре и замедляется; заднее при этом сжимается и ускоряется. В результате заднее кольцо проходит сквозь переднее кольцо, и все повторяется сначала («игра вихревых колец»).

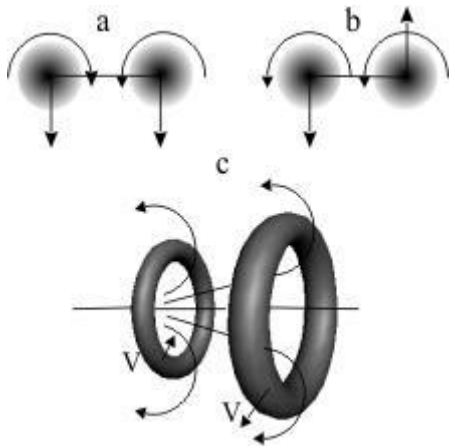


Рис.1.17. Взаимодействие вихревых колец

Если на тороидальный вихрь, изображенный на рисунке 1.18, действует внешняя сила F , направленная влево, то она стремится сместить центры круговых линий тока влево, где вращающаяся жидкость направлена вниз в левой части кольца и вверх — в правой части кольца. Поэтому под действием силы ось тора будет разворачиваться против часовой стрелки.

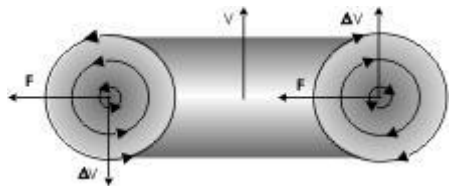


Рис.1.18. Поворот вихревого кольца под действием силы

Второй закон Ньютона гласит, что изменение количества движения пропорционально приложенной движущей силе и происходит по направлению той прямой, по которой эта сила действует. Движение быстровращающихся вихрей не подчиняется этому закону: движение оси вихря определяется направлением не силы, а момента внешней силы. Вихрь смещается перпендикулярно действующей силе.

Если сила F приложена перпендикулярно плоскости вихревого кольца (рис.1.19), то она толкает оси двух вихрей вверх, где вращающиеся частицы жидкости движутся в противоположные стороны: влево в левой части кольца и вправо — в правой части, следовательно, кольцо будет растягиваться, т.е. двигаться перпендикулярно приложенной силе. Диаметр кольца при этом увеличивается. Если сила была бы направлена вниз, то размеры кольца должны уменьшиться. Таким образом, при воздействии на вихрь какой-то силой, получаем смещение под действием этой силы не по вектору силы, а в перпендикулярном ей направлении.

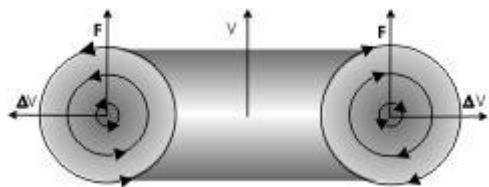


Рис.1.19. Растяжение вихревого кольца

Еще раз перечислим основные свойства линейных вихрей:

1. Равномерное и прямолинейное движение вихря имеет место лишь при действии на него другого вихря такой же интенсивности с противоположным вращением. Внешнее воздействие является причиной не ускорения, а скорости.
2. Под действием внешних моментов сил ось быстровращающегося вихря поворачивается не в той плоскости, в которой она повернулась бы без быстрого вращения, а в плоскости ей перпендикулярной. При этом движение оси под действием постоянного момента сил происхо-

дит не с ускорением, а с постоянной угловой скоростью и продолжается лишь до тех пор, пока действует внешний момент сил. Как только прекращается действие внешнего момента сил, сразу же прекращается и движение оси.

3. Вихри взаимодействуют как упругие тела, но передают друг другу не импульс, а момент импульса прецессионного движения.
4. Присоединенный слой вихревой среды данного вихря увлекает своим течением другие вихри, которые в нем размещены. Смещение центра масс других вихрей заставляет их двигаться в перпендикулярном смещению направлении — по линейной скорости вращения в новом центре масс.
5. Кольцевой вихрь в среде движется поступательно вдоль своей оси в направлении потока через центральное отверстие.
6. Вихри при взаимодействии не совершают работы и не проявляют инерции.

Вихревое кольцо не может оставаться неподвижным. Оно будет двигаться по направлению, перпендикулярному плоскости кольца, в ту сторону, в которую жидкость вытекает из кольца. Это движение будет тем быстрее, чем больше интенсивность вихря и чем меньше размер кольца. Кольцо будет передвигаться равномерно, перенося за собой всю крутящуюся вокруг него жидкость.

Кольцевой вихрь можно сравнить с самовыворачивающимся бубликом. Он имеет собственный «двигатель» в виде тороидального вращения. Присоединенный слой сцепляется со свободными гравитонами. При этом вихревая гравитонная среда не сопротивляется сжатию и сдвигу. Смещение гравитонов происходит перпендикулярно действующей силе, т.е. работа силы равна нулю. Другими словами, тело движется в вихревой среде без «трения». Это относится и к фотонам и к планетам одинаково.

Движение вихря в поле можно сравнить с тем, как мы ходим по земле — отталкиваем ногой землю назад, а сила трения покоя ноги о землю толкает нас вперед. Близким аналогом будет также движение колесного или гусеничного транспорта. Своей наружной частью самовыворачивающийся вихрь как бы «катится» по наружному трубчатому слою сцепленного с ним поля (рисунок 1.20).

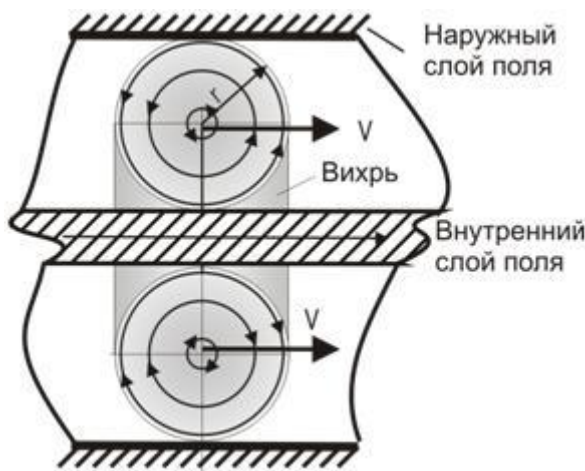


Рис.1.20. Движение тороидального вихря в «вязкой трубе»

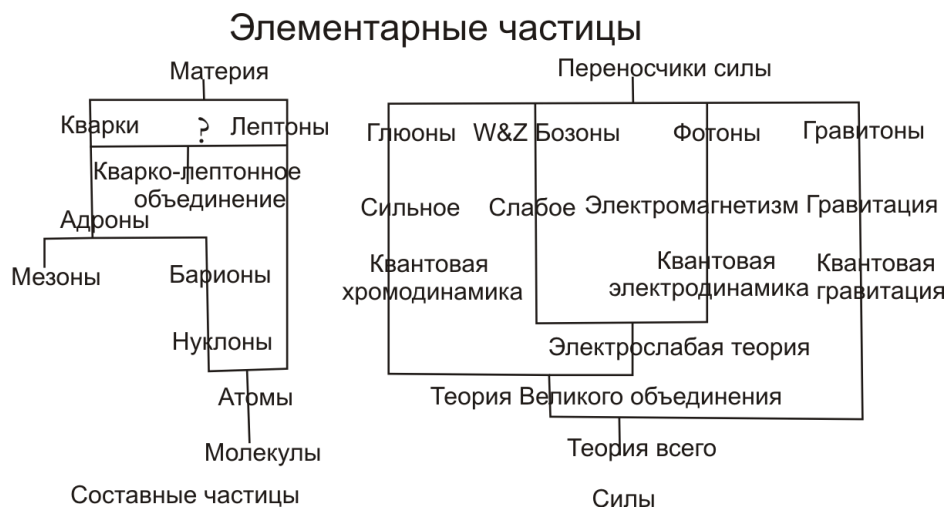
Условием поступательного перемещения является наличие вязкости среды. Частое утверждение о движении безмассовых микрочастиц (нейтрино и фотонов) как «безоппорном» не обосновано. Вихри-частицы отталкиваются от окружающей вязкой среды вихревых гравитонов. При движении вихря импульс сохраняется. При этом наружный слой поля отбрасывается назад, а внутренний слой поля выбрасывается вперед. Аналогичную картину мы имеем при переходе человека в лодке с носа на корму. Относительно воды лодка уходит вперед, а человек — назад. Центр масс остается на месте. Здесь вместо лодки — поле, а вместо человека — вихрь. Работа при этом не совершается.

2. Структура фундаментальных и метастабильных частиц

2.1. Поле и частицы

Вещество является иерархическим уровнем материи. Вещество построено из субстанции высших уровней поля. Они различаются лишь уровнем энергии. Поле — поток «горячих» вихревых частиц. Вещество — охлажденные «комки» из этих частиц [3].

Современная теоретическая физика полагает, что основу материи составляют фундаментальные частицы: кварки и лептоны (нейтрино и электроны). Иерархия составных частиц описывается полуэмпирической Стандартной моделью. Частицы разбиваются на группы в зависимости от их участия в фундаментальных взаимодействиях. Каждое взаимодействие между фермионами «переносится» специальным бозоном. Взаимодействия независимы и «сливаются» при очень высоких энергиях. Ниже изображена схема элементарных и составных частиц и теории, описывающие их взаимодействие.



При рассмотрении этой схемы возникают вопросы, но которые пока нет ответа. Прежде всего, почему ответственными за электромагнетизм назначены фотоны? Какое отношение имеет свет к электричеству? Что делают W&Z Бозоны в слабом взаимодействии? Рассталкивают в нейтроне протон и электрон? Если да, то куда уходят бозоны после распада нейтрона? И вообще, что с чем конкретно взаимодействует в слабом взаимодействии? Что у него по существу общего с электромагнетизмом?

Откуда взялись бозоны — «переносчики силы»? Это такая же материя, что и кварки с лептонами или это другая материя? И как, например, глюоны распределены в пространстве: заполняют все пространство, как фотоны, или находятся только в ядрах атомов? Каким образом гравитоны осуществляют притяжение тел? Сам термин «переносчики взаимодействий» предполагает, что свойством «притяжение» обладают сами массы, а гравитоны лишь принимают это свойство у одной массы и передают его другой массе.

Материя — это частицы (кварки и лептоны), а что находится между частицами? Если пустота, то надо ее признать вместилищем материи — абсолютным пространством Ньютона.

А откуда возникли кварки и лептоны? По-видимому, был какой-то процесс, порождающий их в соответствующих друг другу количествах? Сегодня физика определяет три семейства фундаментальных частиц, приведенных в таблице. Массы указаны в долях массы протона и МэВ.

Семейство 1		Семейство 2		Семейство 3	
Частица	Масса	Частица	Масса	Частица	Масса
Электронное нейтрино	$<10^{-8}$	Мюонное нейтрино	$<0,0003$	Тау-нейтрино	$<0,033$
Электрон	0,00054 (0,510 МэВ)	Мюон	0,11 (106 МэВ)	Тау	1,9 (1777 МэВ)
u-кварк	0,0047 (4 МэВ)	c-кварк	1,6 (1250 МэВ)	t-кварк	189,0 (175000 МэВ)
d-кварк	0,0074 (7 МэВ)	s-кварк	0,16 (150 МэВ)	b-кварк	5,2 (4500 МэВ)

Рассмотрим существующие представления с точки зрения вихревой модели.

Образовавшееся после инфляции множество вихрей праматерии находилось в сверхплотном состоянии. Они представляли собой кванты жидкости со своей «температурой кипения». Охладившись до температуры кипения, гравитоны сформировали более крупные вихревые структуры в виде электронных

нейтрино и антинейтрино (рисунок 2.1). Это стабильные нейтральные лептоны с полуцелым спином, участвующие только в слабом и гравитационном взаимодействиях. Только электронные нейтрино и антинейтрино являются элементарными частицами вещества. Все остальные частицы являются составными.

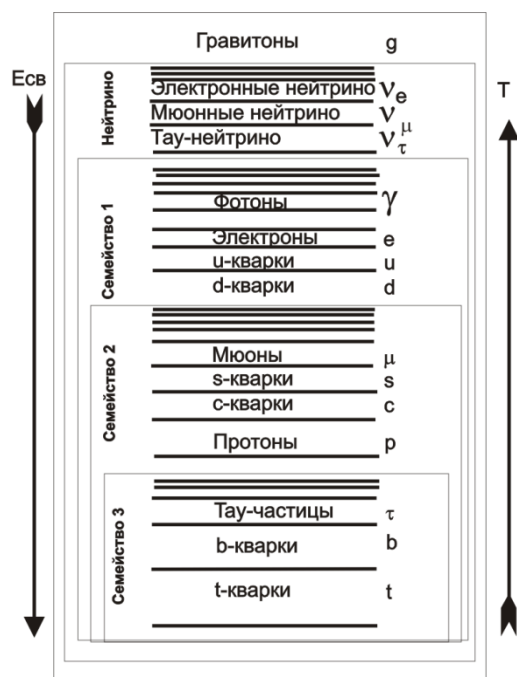


Рис. 2.1. Схема уровней фундаментальных частиц

Дальнейшее охлаждение среды позволило нейтрино соединяться между собой, переходя на нижележащие уровни. Объединение в пары электронных нейтрино и антинейтрино образовало фотоны, электроны и позитроны, а парные взаимодействия кварков с мюонных антинейтрино образовали протоны. Таким образом, нейтрино — промежуточное звено между квантами поля и веществом. Они построены из гравитонов поля. Образно говоря, нейтрино — это одновременно «холодный» квант поля и «горячая» частица вещества. Все нижележащие уровни вещества построены из нейтрино и антинейтрино.

2.2. Первое семейство фундаментальных частиц

Электронные нейтрино и антинейтрино

По мере остывания Вселенной часть гравитонов сгруппировала вихревые кольца. В вихревом кольце поддерживается два вращающихся потока гравитонов: один поток — *тороидальный* вокруг кольцевого ядра с частотой Ω (рисунок 2.2). Это обеспечивает движение тора вдоль оси за счет его «самовыворачивания». Угловой момент тороидального вращения замкнут сам на себя.

Другое движение — *кольцевое* — вдоль ядра с частотой ω . Это вращение тора как целого вокруг центральной оси. Вдоль этой оси направлен и момент импульса кольцевого вращения. Фактически движение гравитонов в вихре происходит по винтовым линиям. Тороидальная и кольцевая скорости составляют по отношению друг к другу либо правовинтовую, либо левовинтовую систему [4].

Отождествим левовинтовое гравитонное вихревое кольцо с *электронным нейтрино* ν , а правовинтовое — с *электронным антинейтрино* $\bar{\nu}$. Эти частицы асимметричны. По закону сохранения момента импульса они должны создаваться парой. Аннигилировать, т.е. исчезнуть, слившись друг с другом, они не могут из-за своей асимметрии. Пространственно они несовместимы. Именно такая структура нейтрино и антинейтрино лежит в основе закона сохранения комбинированной четности.

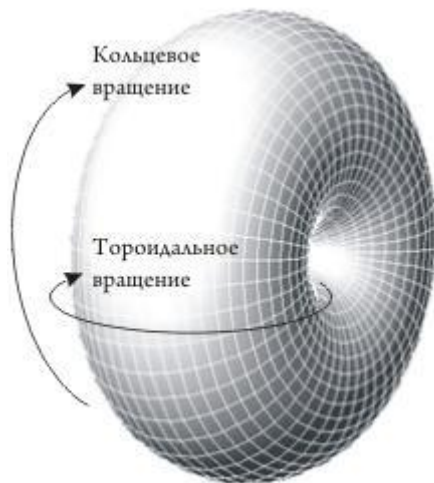


Рис.2.2. Кольцевой вихрь нейтрино

На рисунке 2.3. представлено сечение тора. Левый вихрь вращается против часовой стрелки. Он увлекает за собой пограничный слой полевой среды. В месте размещения правого вихря этот поток направлен вверх. Точно так же правый вихрь, вращающийся по часовой стрелке, образует поток среды в месте расположения оси левого вихря вверх с постоянной скоростью. Левый вихрь перемещает вверх правый, а правый вихрь перемещает вверх левый.

Свободное нейтрино в вязкой среде гравитонов за счет своего «самовыворачивания» немедленно начинает двигаться поступательно вдоль оси кольца с постоянной скоростью V , близкой к световой. Скорость света шесть средняя («тепловая») скорость частиц поля — гравитонов. Поступательное движение кольцевого вихря нейтрино поддерживается за счет тороидального вращения частотой Ω . Момент импульса тороидального вращения замкнут сам на себя. Он не может участвовать в спин-спиновом взаимодействии с другими объектами. В его замкнутости заключается гарантия стабильности частицы. Эта скрытая внутренняя энергия не может быть растрочена при взаимодействиях.

Кольцевое вращение с частотой ω определяет момент импульса \vec{M} и энергию нейтрино $h\omega$. В основном состоянии минимальный (собственный) момент импульса (спин) равен $h/2$. При возбуждении частота кольцевого вращения ω увеличивается. Энергетический диапазон частиц может быть весьма широк.

Направление поступательного движения образует левовинтовую систему с направлением кольцевого вращения у нейтрино и правовинтовую систему у антинейтрино. Говорят также, что нейтрино имеют спиральность $(-h/2)$, т.е. спин направлен против направления движения. Спиральность антинейтрино равна $h/2$.

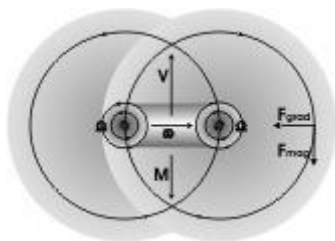


Рис. 2.3. Торидальное и кольцевое вращения нейтрино

Нейтрино и антинейтрино являются передаточным звеном в цепочке уровней эволюции материи. Все составляющие поля на уровнях выше нейтрино более энергичные, чем нейтрино. В гравитоны, а затем в нейтрино перешла лишь небольшая часть темной материи. Если бы мы могли уменьшить поле своего зрения до масштабов нейтрино, то мы увидели бы их как редкие темные точки на сплошном ярком фоне «среды».

Структура фотона

На ранних этапах горячей Вселенной концентрация вихрей нейтрино была столь высокой, что обеспечивались очень малые расстояния взаимодействия между ними. Поэтому поддерживались многие формы вихревых образований — «возбужденных» нейтрино. После остывания часть из них оказалась устойчивой, в том числе фотоны и электроны — сборки из пары нейтрино, мюонные нейтрино и тау-нейтрино.

Схема образования фотонов показана на рисунке 3.4. Фотон "собран" из двух нейтрино (*левовинтовые фотоны*) или из двух антинейтрино (*правовинтовые фотоны* или «*антифотоны*»). Они соосно стоят друг за другом и притягиваются *вихревым взаимодействием*. Нейтрино постоянно меняются местами, изменяя свои размеры, и проходя друг сквозь друга по принципу «игры вихревых колец». Переднее кольцо действует своим потоком присоединенного слоя поля на заднее кольцо таким образом (см. выносные линии левого рисунка 2.4), что центр масс заднего вихря смещается к оси и вперед. Но тогда собственный поток тороидального вращения заставляет заднее кольцо уменьшать свой диаметр и ускоряться. Аналогичным образом заднее кольцо (см. выносную линию среднего рисунка 3.4) тормозит и увеличивает диаметр переднего кольца. Когда заднее кольцо пройдет сквозь отверстие в переднем кольце, то оно станет передним и вся картина повторится.

Необходимо обратить внимание на то, что кольцевые вращения нейтрино в фотоне направлены в одну сторону. Через присоединенный поток поля доступная наблюдению частота кольцевых вращений обоих нейтрино выравнивается — вокруг оси они вращаются как одно целое.

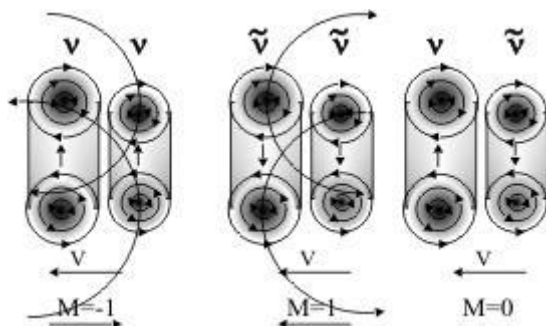


Рис. 3.4. Схема образования фотонов

Из рисунков видно, что при объединении двух антинейтрино спиральность (проекция спина на импульс) положительна и равна 1 (\hbar). При соединении двух нейтрино спиральность равна -1 ($-\hbar$), а пара нейтрино-антинейтрино дает спиральность равную нулю. Мы говорим, что спин фотона в единицах \hbar может иметь значения 1, -1 . Из рисунка видно, что речь при этом идет о разных частицах, хотя по другим параметрам они неразличимы.

Изображенный на рисунке третий вариант — соединение нейтрино с антинейтрино — не может наблюдаться, хотя может существовать. Такие фотоны могут иметь лишь собственную (нулевую) энергию, которую нельзя отнять. Моменты кольцевых вращений здесь компенсируют друг друга. Но если фотон не может передать свой момент регистрирующему прибору, то он недоступен наблюдению, — его невозможно зафиксировать. Поэтому число возможных наблюдаемых ориентаций спина фотона равно двум, а не трем, которым обладала бы частица со спином $S=1$ ($2S+1=3$).

Энергия тороидального вращения фотонов не может быть растрчена при взаимодействиях, так как момент импульса замкнут сам на себя. Тороидальное вращение обеспечивает фотонам, находящимся в «тепловом» равновесии с окружающей средой, постоянную скорость поступательного движения. Эта скорость c зависит от диэлектрической $\epsilon\epsilon_0$ и магнитной $\mu\mu_0$ проницаемостей среды:

$$c^2 = \frac{1}{\mu\mu_0\epsilon\epsilon_0}$$

Каждый фотон имеет энергию, импульс, момент импульса, частоту «игры колец» и частоту вращения ω колец как целого. Частота кольцевого вращения колец ω не связана с собственными внутренними свойствами фотона. Благодаря кольцевому вращению фотоны могут переносить энергию между объектами микромира. Именно эта частота участвует в формуле Планка $E = h\omega$ и определяет цвет света.

Структура фотона обеспечивает ему постоянную скорость поступательного движения независимо от скорости источника. Поступательная скорость фотонов разных «цветов» одинакова. Эта скорость равна c

относительно гравитонной среды, в которой и происходит движение, но не относительно наблюдателя в любой инерциальной системе координат.

Скорость фотона будет равна c относительно наблюдателя в любых направлениях только в очень массивных системах отсчета, которые «увлекают за собой эфир». На поверхности Земли, например, нет «эфирного ветра». Земля окружена присоединенным вихревым слоем гравитонов. Иначе вихри-фотоны увлекались бы направленным потоком гравитонной среды. Утверждение теории относительности о том, что скорость света в вакууме является инвариантной величиной в любых инерциальных системах отсчета, представляется необоснованным. Оба постулата Эйнштейна требуют следующего уточнения:

1. В любых очень массивных инерциальных системах отсчета физические явления протекают одинаково.
2. В любых очень массивных системах отсчета скорость распространения света в вакууме не зависит от движения источника и одинакова во всех направлениях.

Электрон и позитрон

Если свободные нейтрино имеют противоположно направленные скорости, то при пролете на очень близком расстоянии они могут сцепиться и образовать новую частицу. Сцепление нейтрино осуществляется по механизму *вихревого взаимодействия*. Сейчас этот механизм называют «*сильным*» взаимодействием. Увлекаемый поток поля одного нейтрино смещает центр масс вихря другого нейтрино таким образом, что вихревой поток второго нейтрино прижимает его к первому. В свою очередь, первое нейтрино попадает в поток поля второго нейтрино и дрейфует к нему. Скорости нейтрино противоположны, так что сила притяжения является центростремительной, а орбита вращения является окружностью. Работа при этом не совершается.

На рисунке 2.5 изображена структура электрона, а на рисунке 2.6 — позитрона.

Электрон образуется из двух вихрей-нейтрино с противоположно направленными скоростями, взаимно притягивающихся друг к другу по механизму сильного взаимодействия. Они вращаются по круговой орбите вокруг общей точки в плоскости, перпендикулярной плоскости колец, со скоростью, близкой к световой. Моменты нейтрино при этом противоположны. Образующийся при вращении «*восьмерки*» *новый вихрь* имеет спин — собственный момент электрона $M_s = h/2$.

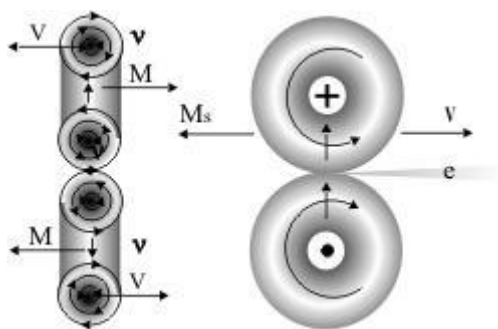


Рис. 2.5. Структура электрона

Рассмотрим эту модель в другой плоскости (см. правые части рисунков). Кольцевые потоки нейтрино, составляющих электрон (позитрон), взаимно действуют друг на друга, так что частоты их вращения одинаковы. В отличие от нейтрино и фотона здесь кольцевой, а не тороидальный поток является движителем частицы. На рис.2.5 электрон движется направо — в направлении, противоположном направлению спина M_s . Позитрон движется по спину M_s . Скорость их «броуновского» движения соответствует собственной частоте кольцевого вращения ω_0 . При увеличении угловой скорости вращения колец поступательная скорость частиц также увеличивается.

Нетрудно заметить, что вращающиеся в электроне нейтрино образуют своего рода «шестеренчатый насос». Они плотно сдавливают центральную часть приповерхностного слоя поля и затем выталкивают струю увлеченных гравитонов в телесный угол по направлению скорости v . Вдоль оси образуется открытая *вихревая трубка* неопределенной длины, вращающаяся вокруг своей оси с частотой тороидального вращения Ω .

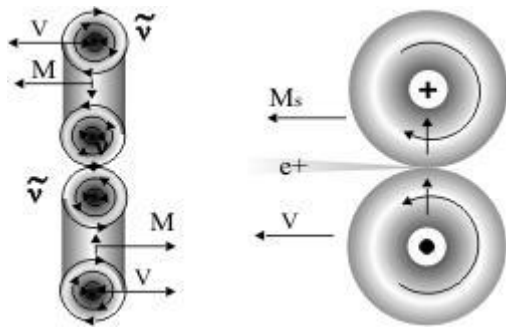


Рис. 2.6. Структура позитрона

Здесь мы употребляем термин «трубка» не в смысле описания геометрии, а в смысле *зарядовой трубки Фарадея*. Трубка — это исходящий из точки соприкосновения вихрей нейтрино лучевой поток с винтовым движением гравитонов. Вращение вихревой трубки для электрона образует левый винт, а для позитрона — правый винт с направлением потока.

Винтовой поток гравитонов в открытой вихревой трубке отождествим с *электрическим полем*. Далее будем называть эту трубку «зарядовой», так как интенсивность ее потока определяет *заряд* частицы. В начале зарядовой трубки у позитрона расположен источник, а у электрона — сток. Поэтому заряд позитрона называют положительным, а заряд электрона — отрицательным.

Зарядовые трубки обеспечивают *электростатическое взаимодействие* между частицами при их соосном расположении. Механизм силового действия основан на законе Бернулли: чем больше скорость потока гравитонов в трубке, тем меньше в ней статическое давление. Таким образом, на оси частицы по разные стороны от центральной точки может создаваться перепад давления за счет наложения внешнего потока от другой частицы. Сила обеспечивается градиентом плотности энергии. Некоторые варианты наложения потоков вихревых трубок для частиц показаны на рисунке 2.7.

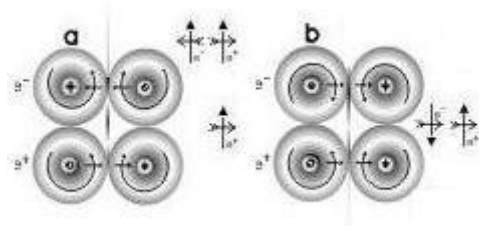


Рис. 2.7. Взаимодействие электрона и позитрона

В случае «а» позитрон и электрон движутся в одном направлении. На позитрон не действует электростатическое поле электрона. Зарядовая трубка позитрона проходит сквозь зарядовую трубку электрона. Левовинтовой гравитонный поток электрона нейтрализуется правовинтовым потоком позитрона. Вращательная скорость потока на оси равна нулю снаружи частиц. Между частицами вращательная скорость потока на оси не равна нулю. Таким образом, на центральные точки электрона и позитрона действует притягивающая сила, обусловленная градиентом статического давления в потоке гравитонов (закон Бернулли). При данной ориентации частицы дополнительно притягиваются друг к другу вихревым взаимодействием (направление вращения прилегающих вихрей одинаково).

В случае «б» позитрон и электрон движутся навстречу друг другу. Осевые потоки вне частиц отсутствуют. Вращения во встречных поступательных потоках между частицами складываются друг с другом. Гидродинамическое давление на оси между частицами меньше, чем вне их, и частицы притягиваются вдоль оси.

На рисунке 2.8 показано взаимодействие двух положительных позитронов, следующих вдоль оси вдогонку друг за другом (а) и во встречном направлении (б).

В первом случае нижний позитрон не испытывает силового воздействия. Между частицами действует поток нижнего позитрона. Снаружи верхнего позитрона вращательные потоки складываются. Следовательно, возникает перепад давления на оси в центральной точке верхнего позитрона. Частицы расталки-

ваются. Стоит, однако, обратить внимание, что одноименные частицы в этом положении притягиваются друг к другу вихревым взаимодействием и могут образовывать пары со спином, равным \hbar и зарядом $2e$.

Во втором случае встречного сближения потоков снаружи частиц нет. Вращение потоков между частицами компенсируется. Заряды расталкиваются вихревым взаимодействием: направление вращения прилегающих нейтрино противоположное.

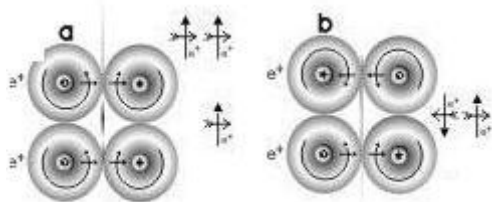


Рис. 2.8. Взаимодействие двух позитронов

Таким образом, электростатические поля электрона и позитрона обладают не центральной, а осевой симметрией. Поля создаются поступательным механическим потоком гравитонов в виде вращающегося луча. Электростатическое взаимодействие заряженных частиц происходит вдоль оси частицы за счет действия силы на точку соприкосновения нейтрино. Эта сила обусловлена разностью гидродинамических статических давлений по обе стороны точки.

Поступательный поток гравитонов, осуществляющий электростатическое взаимодействие, воплощает идею Фарадея о зарядовых трубках (силовых линиях, жгутах), которыми соединены заряженные частицы. В отличие от случая центрально-симметричного поля, связь осесимметричных зарядов возможна только для парных взаимодействий. Взаимное притяжение или отталкивание заряженных частиц зависит от их ориентации.

Сравнивая структуру электрона и позитрона со структурой фотона, нельзя не согласиться, что в этих частицах воплощена идея суперсимметрии между бозонами и фермионами.

Кварки первого семейства

В первом семействе фундаментальных частиц предполагается существование u -кварка с зарядом $+\frac{2}{3}e$ и d -кварка с зарядом $-\frac{1}{3}e$. Образование новых частиц в горячей Вселенной происходило, скорее всего, в парных столкновениях. Парные столкновения нейтрино породили электроны и позитроны. Эти частицы снова сталкивались с нейтрино, порождая кварки. На рисунке 2.9 показана схема d -кварка, который получен за счет присоединения электронного антинейтрино к электрону.

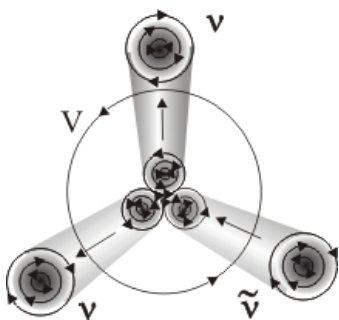


Рис.2.9. Схема d -кварка

Непосредственно из рисунка 2.9 видно, что присоединенный положительный поток гравитонов выбрасывается из точки соприкосновения колец на читателя одним кольцом антинейтрино. Два кольца нейтрино выбрасывают отрицательный поток гравитонов за чертеж. Заряд частицы — это интенсивность поступательного потока гравитонов вдоль оси. Если считать, что все три кольца формируют поток, равный единичному заряду, то заряд u -кварка с одного конца равен $1/3$, а с другого конца равен $-2/3$. Если считать заряд позитрона равным 1, то тогда доля, вносимая в заряд каждым кольцом, будет равна $1/2$. Заряд кварка в этом случае будет равен -1 с одного конца и $+1/2$ — с другого конца. Реально присоединенные потоки

гравитонов будут замыкаться между полюсами частицы, так что останется некомпенсированный заряд $-1/3$ или $-1/2 e$. Спин u-кварка будет равен $1/2$.

Анализируя схему u-кварка на рисунке 2.10, приходим к заключению, что заряд этого кварка будет составлять $+1/3$ или $+1/2e$. Спин u-кварка равен $1/2$.

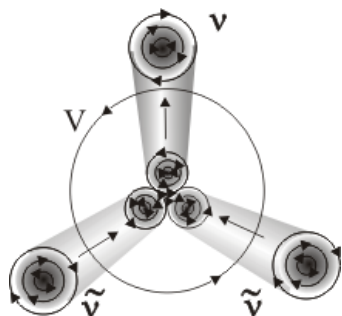


Рис. 2.10. Схема u-кварка

Заметим, что из-за дробности результирующего заряда кварки не могут существовать самостоятельно. Они должны или объединиться в пары, или перестроиться. На рисунке 2.11. показана схема перестроенного d-кварка. Его заряд равен $-e$, а спин равен нулю. Между электроном и антинейтрино поддерживается вихревое притяжение за счет одинаковости направления тороидального вращения.

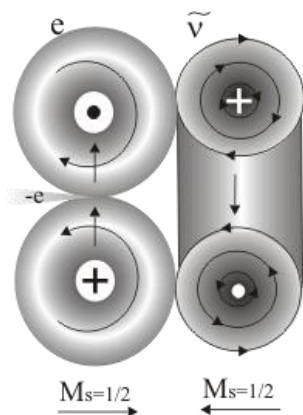


Рис. 2.11. Перестроенный d-кварк

Спин перестроенного d-кварка равен нулю, продольная масса равна массе электрона.

2.3. Второе семейство фундаментальных частиц

Мюонное нейтрино

Во втором семействе фундаментальных частиц основное состояние занимают мюонное нейтрино и мюонное антинейтрино. Они, как нейтрино и фотоны, постоянно движутся со световой скоростью. Мюонное нейтрино состоит из двух нейтрино и одного антинейтрино (рис.2.12). Можно также сказать, что мюонное нейтрино образовано нейтринным фотоном и антинейтрино.

Поступательное движение осуществляется по принципу «игры вихревых колец». Кольца нейтрино постоянно проходят друг через друга. Скорости всех составляющих направлены в одну сторону. Спин мюонного нейтрино, равный $h/2$, противоположен скорости. У мюонного антинейтрино направления скорости и спина совпадают.

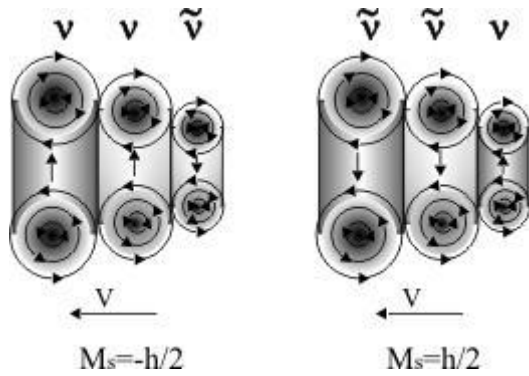


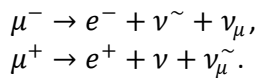
Рис. 2.12. Мюонное нейтрино и мюонное антинейтрино

Кольца нейтрино в мюонном нейтрино, как и в фотоне, притягиваются друг к другу за счет вихревого взаимодействия. При этом направление вращения притягивающихся вихрей должно быть одинаково. На рисунке поток гравитонов во всех верхних сечениях вихря направлен по часовой стрелке, а в нижних — против часовой стрелки.

Сравним рисунки 2.9 и 2.10 с рисунком 2.12. Бозон мюонное нейтрино ν_μ является суперпартнером фермиона d-кварка, а мюонное антинейтрино $\tilde{\nu}_\mu$ является суперпартнером u-кварка.

Мюоны

Большинство нестабильных частиц получено при избытке поступающей энергии на мощных ускорителях бомбардировкой мишеней пучком энергичных частиц. О структуре частиц мы можем судить по продуктам их распада. Рассмотрим, например, возможную структуру мюонов. По свойствам их можно назвать «тяжелыми» электронами (позитронами) с массой $206,7 m_e$ и временем жизни $2,22 \cdot 10^{-6}$ с. Распад мюонов наиболее вероятен по такой схеме:



Так как спин мюонов равен $1/2$, то их структура, вообще говоря, полностью повторяет структуру электрона. Только вместо электронных нейтрино вокруг оси частицы вращаются мюонные нейтрино (рисунок 2.13). Такая структура мюона обеспечивает ему значительное увеличение измеряемой «продольной» массы по сравнению с электроном.

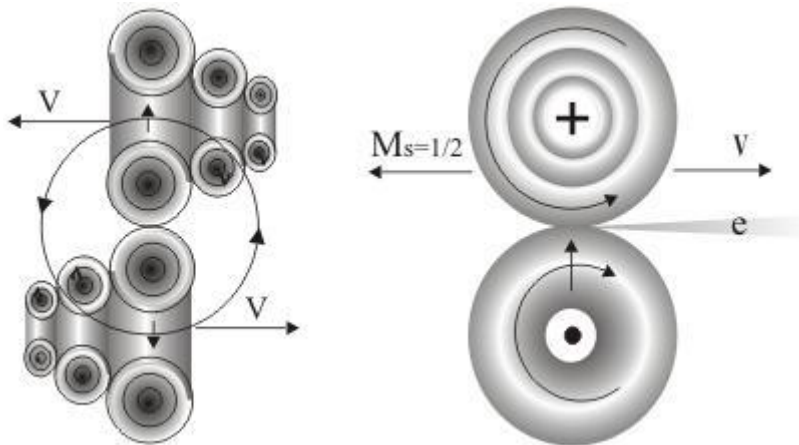


Рис. 2.13. Структура мюона

Так как мюон обладает полуцелым спином, то он может распасться только на три частицы. Поэтому при распаде одно из мюонных нейтрино должно развалиться на две части: электрон и антинейтрино. Предположим, что мюонное нейтрино разваливается «заранее», в момент образования мюона. Тогда представляется возможной связка из трех частиц — продуктов распада структуры, изображенной на рисун-

ке 2.13. В случае такой структуры при разрыве связей распад без вариантов шел бы на стабильные частицы: мюонное нейтрино, электрон и антинейтрино (рисунок 2.14).

Связь в новой структуре могла бы осуществляться за счет «вихревого» взаимодействия вихрей мюонного нейтрино, антинейтрино и электрона. На рисунке показано, что направление вращения соседних вихрей одинаковое. Все частицы имеют скорость в одном направлении, на рисунке — направо. Это обеспечивает дополнительную устойчивость, а именно: осевой виток гравитонов замыкается вокруг всех четырех кольцевых вихрей, образуя «мешок». В этом «мешке» происходит «игра четырех вихревых колец».

Однако продольная масса такого образования будет близка к массе электрона, так как четыре сосных кольца нейтрино имеют малую продольную массу. На практике такая структура не реализуется.

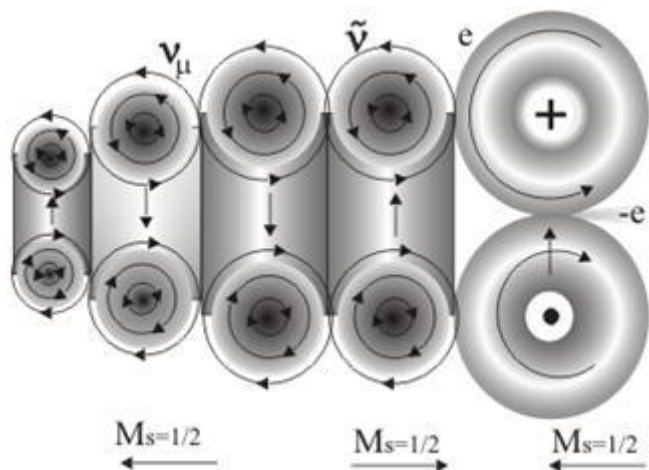


Рис.2.14. Возможная структура μ^- -мюона

В семействе 3 сейчас известен τ -лептон с массой 1784,1 МэВ и временем жизни $0,3 \cdot 10^{-12}$ с. Строение τ -лептона, скорее всего, аналогично мюону, только вместо мюонного нейтрино на орбите частицы находится τ -нейтрино.

Кварки второго семейства

Во втором семействе фундаментальных частиц возможно образование кварков путем присоединения мюонного нейтрино к μ^+ -мюону, или путем присоединения мюонного антинейтрино к μ^- -мюону. На рисунке 2.15 изображена схема с-кварка.

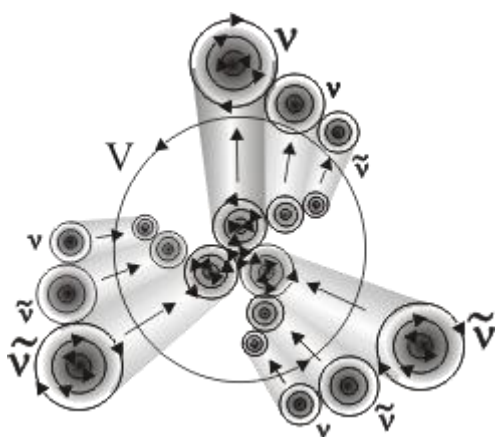


Рис. 2.15. Схема с-кварка

С-кварк образован за счет захвата мюонного нейтрино антимюоном. Кварк скрепляется по оси силами вихревого притяжения между тремя частицами: двумя антинейтрино и нейтрино. В получившейся конструкции два антинейтрино создают поток положительного заряда, направленный на читателя, а ней-

трино создает поток отрицательного заряда за плоскость чертежа. Напомним, что знак заряда определяется направлением вращения поступательного потока гравитонов.

Если считать, что все три кольца формируют поток, равный единичному заряду, то заряд с-кварка с одного конца равен $2/3$, а с другого конца равен $-1/3$. Если считать заряд позитрона равным 1, то тогда доля, вносимая в заряд каждым кольцом, будет равна $1/2$. Заряд кварка в этом случае будет равен $+1$ с одного конца и $-1/2$ — с другого конца. Реально присоединенные потоки гравитонов будут замыкаться между полюсами частицы, так что останется некомпенсированный заряд $+1/3$ или $+1/2 e$. Спин с-кварка будет равен $1/2$.

Анализируя аналогичным образом схему s-кварка, получим, что он обладает с одной стороны зарядом $-2/3$, а с другой стороны $+1/3$. Некомпенсированный заряд s-кварка равен $-1/3$ или $-1/2e$.

Структура с-кварка, изображенная на рисунке 2.15, не может существовать самостоятельно из-за дробности результирующего заряда ($+1/2e$). Реально этот кварк соединяется с таким же кварком, чтобы образовать протон с зарядом $+e$. Структура взаимодействия составляющих при этом не изменяется. В других случаях с-кварк перестраивается в конструкцию, изображенную на рисунке 2.16, т.е. становится π^+ -мезоном (пионом) с зарядом $+e$.

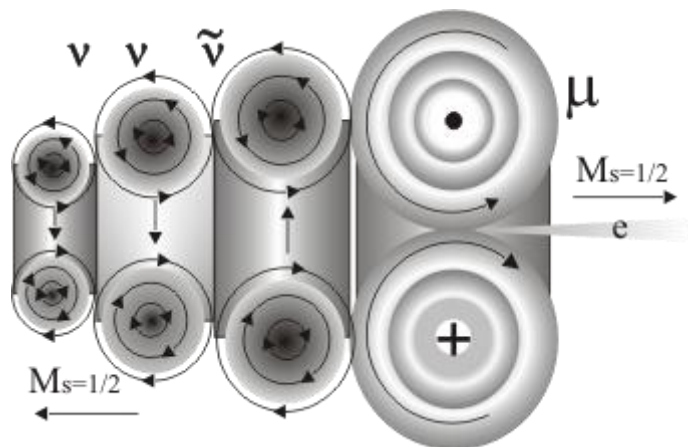


Рис. 2.16. Структура перестроенного с-кварка — пи-мезона

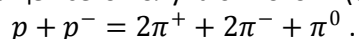
2.4. Особенности структуры протона

Согласно современным понятиям протон является составной частицей. Он состоит из трёх *кварков* со спинами $\hbar/2$: (один *d*-кварк с зарядом $-\frac{1}{3}e$ и два *u*-кварка с зарядами $\frac{2}{3}e$). Однако в общепринятой кварковой модели имеется несколько неясных моментов.

1. *Дробный заряд* кварков. Получается, что элементарным зарядом $-\frac{1}{3}e$ обладают *d*-, *s*- и *b*-кварки. Чтобы обладать вдвое большим зарядом $\frac{2}{3}e$ *u*-, *c*- и *t*-кварки должны содержать по два элементарных носителя заряда. Но если принять за истину утверждения, что кварки не имеют структуры, тогда мы будем иметь уже четыре элементарных заряда: $-\frac{1}{3}e$, $+\frac{2}{3}e$, $+e$, $-e$, что противоречит опыту.
2. Свойство *конфайнмента*: состоящий из кварков протон разобрать на кварки невозможно («Свободных кварков не бывает!»). Это обстоятельство напоминает детский вопрос «Мама, а где прячется тот дядя, который говорит из радио?».
3. В протоне кварки, обладающие спином $1/2$, должны быть ориентированы так, чтобы суммарный спин трех кварков также был равен $1/2$. Если спины кварков расположены параллельно друг другу, то один из них должен иметь вращение, противоположное двум другим. Но в этом случае он будет отталкиваться от двух других кварков. Протон будет нестабильным.
4. Масса трех свободных кварков, образующих протон, составляет $4+4+7 = 15$ МэВ. При объединении трех кварков масса должна уменьшиться с выделением энергии связи. На деле масса увеличивается до 940 МэВ, что противоречит закону сохранения энергии.

На основании изложенного существующую (*u-d*)-кварковую модель строения протона следует считать необоснованной.

О строении протона можно судить по продуктам его распада. При аннигиляции протона и антипротона чаще всего получают потоки (струи) свободных пионов и фотонов, например:



Можно предположить, что при распаде протон породил два π^+ -мезона, а антипротон породил два π^- -мезона. Но тогда следует прежде всего признать, что протон образован частицами не первого, а второго семейства. Протоны образовались в горячей Вселенной в парных столкновениях *c-кварков*. При образовании протона выделяется энергия связи $2 \cdot 1250 - 940 = 1560$ МэВ. Высокие кинетические энергии частиц обеспечили равномерное распределение частиц при вращении вокруг оси, как это изображено на рисунке 2.17. В результате сильного взаимодействия между кольцами образовалась связка из трех частиц: двух μ^+ -мюонов и одного μ^- -мюона. Все три вихря-мюона вращаются в одну сторону. Спины мюонов также складываются так, что суммарный спин равен $\frac{1}{2}$. Потоки их электрических зарядов складываются, так что общий поток равен $+e$. После образования протона прежних *c-кварков* в нем уже нет — в нем есть только мюоны. Поэтому при распаде протона получить вновь *c-кварки* нельзя.

Частицы в протоне, вернее, нейтринные кольца разных частиц обращены друг к другу своими плоскостями, как в фотоне. В фотоне заднее вихревое кольцо сжимается присоединенным вихрем переднего и ускоряет его, обеспечивая «игру вихревых колец». Здесь, в осесимметричном протоне каждый из шести вихрей нейтрино можно считать «задним». Поэтому все кольца сильно сжимаются к центру.

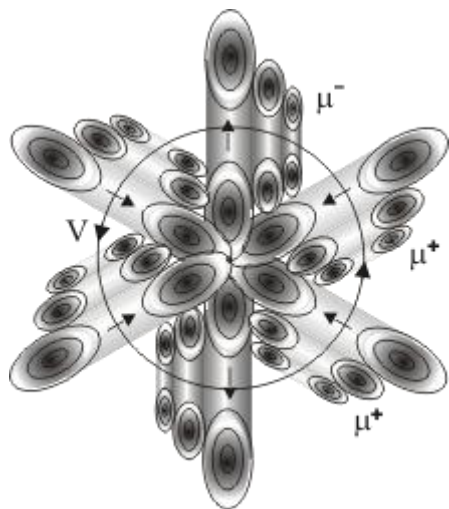


Рис. 2.17. Структура протона

Заряд протона, т.е. масса выталкиваемого в секунду вдоль оси лучевого потока гравитонов, равен $+2e$ (от двух антимюонов μ^+) в направлении от чертежа на читателя и равен $-1e$ (от одного мюона μ^-) в направлении за чертеж. Гравитонный поток заряда $-1e$ и поток заряда $+1e$ замыкаются между собой снаружи протона в виде части полой сферы (рисунок 2.18). Все мезоны оказываются в «мешке» из вращающегося потока гравитонов. На рисунке из «мешка» торчит вихревая зарядовая трубка, передающая поток положительного заряда. Аналогично на Земле замыкаются магнитные потоки между Южным и Северным магнитными полюсами. При этом радиус магнитосферы превышает радиус Земли более чем в три раза и составляет свыше 20000 км.

Магнитный момент протона формируется наружным общим присоединенным слоем поля. Средний радиус этого слоя почти в три раза превышает средний радиус вращения центров масс кварков. Поэтому магнитный момент протона составляет $2,79 \mu_{\text{яд.}}$. Если снова считать $\mu_p = e \cdot c \cdot r_1$, то радиус центра массы присоединенного слоя будет равен

$$r_1 = \frac{\mu_p}{ec} \approx 3 \cdot 10^{-16} \text{ м}$$

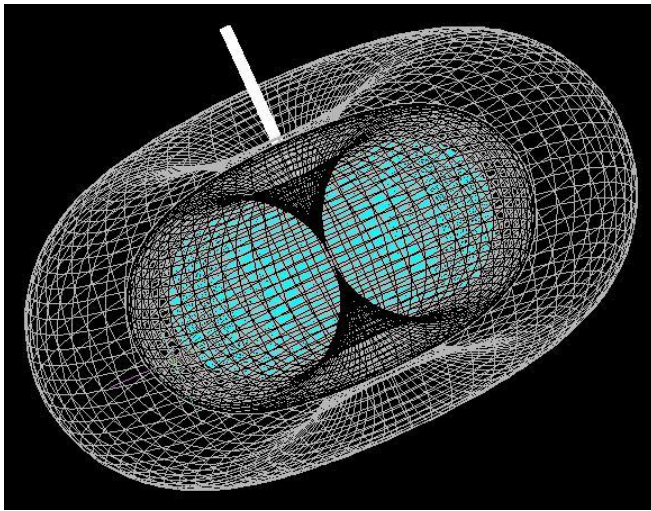


Рис. 2.18. Замыкание зарядов в протоне

Продольная масса протона составляет 1836 m или 938,256 МэВ. Поперечная масса протона равна нулю.

2.5. Метастабильные частицы

Если разогнать частицы до высоких скоростей, то при столкновениях с другими частицами они либо «слипаются», удерживаясь вместе за счет напора друг на друга, либо разлетаются на осколки, из которых формируются новые частицы. «Слипание» частиц может быть совсем неоптимальным, — такой комок фиксируется в качестве «резонанса», затем очень быстро разваливается. Но часть «слипшихся» частиц может существовать сравнительно долго. Они живут до тех пор, пока велика их внутренняя кинетическая энергия, создающая силы инерции. При «остывании» вследствие диссипации энергии составные частицы распадаются. Энергия частиц уносится фотонами.

Передача энергии на уровне макровещества происходит, в основном, через изменение импульса. Передача энергии на уровне вихревых частиц происходит, в основном, путем изменения момента импульса. При сообщении частицам дополнительной энергии они запасают ее внутри себя, раскручивая нейтринные вихри. Мы говорим, что частицы находятся в «возбужденном» состоянии. Внешне возбуждение свободной частицы проявляется в виде увеличения кинетической энергии. Возбужденная частица неустойчива, в частности, к столкновениям из окружающей среды. В какой-то момент следует передача запасенной энергии окружающим переносчикам энергии: фотонам или нейтрино.

Дополнительная энергия может быть принесена частицам другими частицами (в том числе фотонами или нейтрино). Если это небольшие энергии, то произойдет просто возбуждение частицы-приемника, а налетающая частица улетит дальше. Если же энергия бомбардировки велика, то происходит образование новых частиц из сильно возбужденных элементарных вихрей мишени и ее полевого окружения. Новые частицы являются составными. Они могут существовать, в основном, за счет сильного встречного сдвигания элементов, имеющих большие энергии.

Большинство нестабильных частиц получено при избытке поступающей энергии на мощных ускорителях бомбардировкой мишеней пучком энергичных частиц. Конечно, такие методы исследования не совсем корректны. Ведь мы воссоздаем основное состояние по состоянию крайнего возбуждения. О структуре частиц мы судим по продуктам их распада. Но это не значит, что все продукты распада составляли эту частицу. Часть частиц распада может быть носителями энергии. Они подошли к частице, забрали у нее энергию и удалились.

В настоящее время огромное разнообразие физических явлений, происходящих при столкновениях элементарных частиц, определяется четырьмя типами взаимодействий: сильным, электромагнитным, слабым и гравитационным. В квантовой теории взаимодействия описывают в терминах обмена специфическими квантами-бозонами, ассоциированными с данным типом взаимодействия. Передатчиками взаимодействия считаются глюоны, фотоны, Z^0 -, W^\pm -бозоны и гравитоны.

Взаимодействие	Переносчик взаимодействия	Масса частицы
Сильное	Глюон	0
Электромагнитное	Фотон	0
Слабое	Слабые калибровочные бозоны	86,97
Гравитационное	Гравитон	0

Эти *виртуальные* частицы рождаются и поглощаются в процессе взаимодействия. Их нельзя зарегистрировать в отличие от реальных частиц. Вихревая модель, однако, предлагает другой, реальный механизм взаимодействия между частицами.

На основе представлений вихревой модели можно воссоздать структуру метастабильных частиц: пионов, каонов и гиперонов как возбужденных состояний стабильных частиц на более высоких уровнях (рисунок 2.19).



Рис. 2.19. Схема энергетических уровней метастабильных частиц

2.6. Нейтроны

По современным представлениям нейтрон содержит один *u*-кварк и два *d*-кварка. На рис. 2.20 приведена диаграмма Фейнмана для β -распада нейтрона при участии тяжелого W^- -бозона. Считается, что при этом один из *d*-кварков превращается в *u*-кварк с выделением электрона и антинейтрино. Механизм этого превращения не рассматривается.

При определении структуры нейтрона учтем следующие данные:

- схема распада: $n \rightarrow p + e + \bar{\nu}$ с выходом энергии 0,782 МэВ;
- заряд нейтрона равен нулю, спин $s=1/2$;
- магнитный момент $\mu = -1,91\mu_{яд}$ (для протона $\mu = 2,79\mu_{яд}$);
- значение разности масс: $m_n - m_p = (1,29344 \pm 0,00007) \text{ МэВ}$;
- время жизни нейтрона составляет $(917 \pm 14) \text{ с}$, т. е. $\sim 15 \text{ мин}$.

Из других квантовых чисел нейтрону приписывают барионный заряд, равный 1, лептонный заряд и странность, равные нулю, изотопический спин $-1/2$. В ядре атома нуклон занимает область радиусом порядка $1,5 \cdot 10^{-15}$ м. Нейтрон участвует во всех видах взаимодействий.

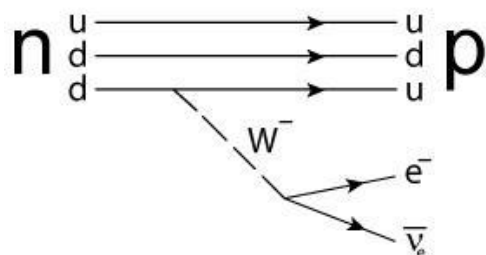


Рис. 2.20. Диаграмма Фейнмана β -распада нейтрона

Нейтроны образовались в результате парных столкновений протонов с энергичными d-кварками. Энергия d-кварков должна была находиться в некотором диапазоне, чтобы размеры налетающих частиц были бы сравнимы между собой. Под действием вращающегося поля протона d-кварк перестраивался в конструкцию, схема которой показана на рисунке 2.11. Возможная структура нейтрона по этой схеме изображена на рисунке 2.21. Очевидно, что в состав нейтрона входят протон, электрон и антинейтрино.

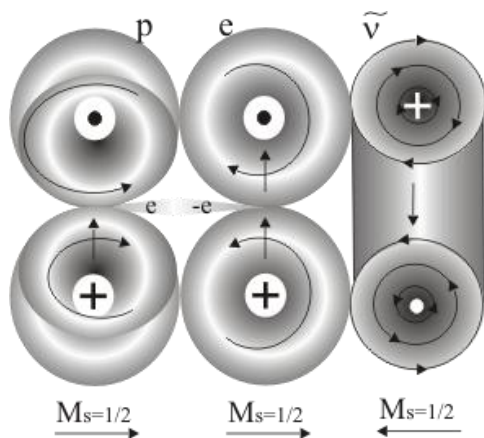


Рис. 2.21. Возможная структурная схема нейтрона

Конструкция протона носит законченный характер, он не может встроить в свой «мешок» с кварками-пионами дополнительные кольца нейтрино. Присоединение электрона к протону возможно за счет электрической связи, как в атоме водорода. Тогда общий электрический заряд будет равен нулю. Но при этом спин увеличится до единицы. Присоединение антинейтрино с противоположно направленным спином уменьшает спин до значения $M_s = 1/2$. Антинейтрино не может помещаться между электроном и протоном. Электрон закрыт от тесного взаимодействия с окружающей средой. Скорости электрона и антинейтрино противоположны скорости протона.

Однако такая структурная схема нейтрона не осуществляется на практике. Она имеет положительный магнитный момент.

При построении другой структурной схемы (рисунок 2.22) следует исходить из того, что размеры нейтрона и протона практически совпадают. Поэтому электрон и антинейтрино, входящие в нейтрон, имеют высокие энергии. Они должны удерживаться у протона в основном за счет сильного давления на него.

Электрон и протон притягиваются электрическими силами так, что их заряды и спины компенсируются (см. рисунок 3.7а). Все три частицы притягиваются вихревым взаимодействием. Направление вращения тороидальных потоков одинаковое. Кроме того, энергичный электрон действует на протон силой инерции. Энергичное антинейтрино прижимает легкий электрон к массивному протону за счет своего импульса. Магнитный момент электрона является преобладающим. Направление скоростей для всех частиц одинаково. Даже из рисунка видно, что при такой структуре нейтрон будет представляться для внешних взаимодействий незаряженным протоном, только с большей массой.

Продольная энергия покоя нейтрона находится из суммы слагаемых:

$$E_{\parallel}^0 = m_p c^2 + m_e c^2 + U,$$

где m_p — масса протона, m_e — масса электрона, U — потенциальная энергия электрона и антинейтрино (их кинетические энергии). Она составляет энергию связи, которая и выделяется при распаде нейтрона.

Заметим, что нейтрон, в отличие от протона, обладает поперечной энергией покоя:

$$E_{\perp}^0 = m_{\bar{\nu}} c^2 + U_{\bar{\nu}},$$

где $m_{\bar{\nu}}$ — поперечная масса антинейтрино, равная $m_e/2$, $U_{\bar{\nu}}$ — потенциальная энергия связи антинейтрино.

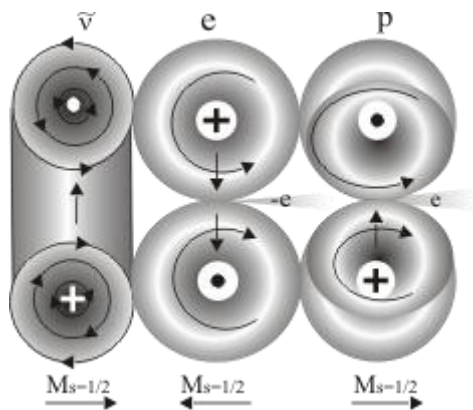


Рис. 2.22. Другая структурная схема нейтрона

Как все частицы со спином $\frac{1}{2}$, нейтрон может распасться только на три частицы. Когда у антинейтрино или у электрона произойдет диссипация энергии за счет уноса ее фотонами, их напор на протон уменьшится, а размеры частиц увеличатся. Увеличение размеров приведет к уменьшению силы вихревого сцепления между частицами. Внешние силы расталкивания превысят силу инерции — нейтрон распадется.

Описанное взаимодействие частиц называют слабым взаимодействием. Сущность слабого взаимодействия состоит в противоборстве сил отталкивания и притяжения частей составных частиц, имеющих излишнюю энергию. Стабильность составной системы энергичных отталкивающихся частиц поддерживается за счет их напора под действием сил инерции. Сдавливающим фактором могут быть третьи частицы, которые снаружи оказывают силовое воздействие.

При ослаблении напора за счет диссипации энергии элементы системы расталкиваются. Диссипация определяет порог энергии, ниже которого происходит распад частиц. Привлечение к объяснению распада нейтрона специфических обменных калибровочных бозонов представляется излишним. Их роль с успехом выполняют кванты электромагнитного поля — гравитоны. Они обеспечивают притяжение и отталкивание взаимодействующих частиц.

Таким образом, электроны в нейтронах находятся в возбужденном состоянии. Они стремятся сбросить излишнюю энергию (отдать ее, например, фотонам) и перейти в основное состояние. Если сдавливающие нейтроны силы ослабевают (избыточные нейтроны в атомах), то нейтроны распадаются. Именно этот фактор является причиной естественной радиоактивности ядер.

2.7. Пионы

Триплет π -мезонов (пионов) имеет одинаковые свойства по отношению к ядерным взаимодействиям. Спины и магнитные моменты у них равны нулю. Но по структуре это разные частицы.

Нейтральный π^0 -мезон почти всегда распадается на два фотона путем электромагнитного взаимодействия. Но известно, что на два фотона в процессе аннигиляции распадаются при соударении энергичные электрон и позитрон. На рисунке 2.23 показана комбинация электрона и позитрона, при которой заряд, спин и магнитный момент равны нулю.

Зарядовые потоки компенсируют друг на друга вне частицы. Спин электрона, т.е. минимальный собственный момент импульса, противоположен спину позитрона. Общий спин пиона равен нулю. Магнитный момент создается замкнутым азимутальным круговым потоком гравитонов. В данном случае направления вращения колец вокруг оси частицы противоположны. Общий магнитный момент равен нулю.

При распаде частицы масса становится равной нулю. Энергия $264,3 m_e = 135,057$ МэВ распределяется между фотонами. π^0 -мезон по составу аналогичен атому позитрония.

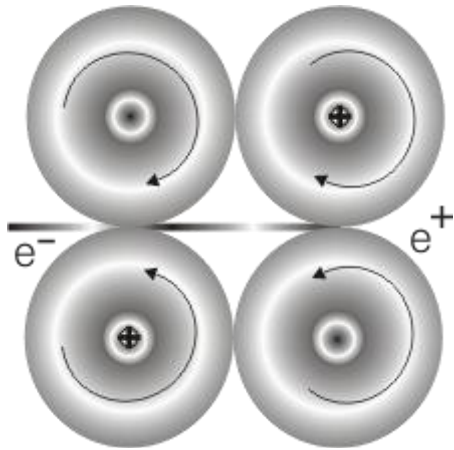


Рис.2.23. Структура π^0 -мезона

π^+ -мезон и π^- -мезон — это возбужденные мюоны, т.е. мюоны с присоединенным мюонным нейтрино. Возможная структура π^- -мезона показана на рисунке 2.24.

Состав π^+ -мезона аналогичен составу нейтрона, а состав π^- -мезона аналогичен составу антинейтрона:

$$\pi^+ \rightarrow \mu^+ + \nu_\mu \rightarrow \nu_\mu \tilde{\nu}_\mu \tilde{\nu}_\mu,$$

$$\pi^- \rightarrow \mu^- + \tilde{\nu}_\mu \rightarrow \nu_\mu \tilde{\nu}_\mu \nu_\mu.$$

При реконструкции структуры π^+ -мезона и π^- -мезона мы должны иметь в виду следующее:

- они имеют нулевые спин и магнитный момент;
- они распадаются на частицы мюон и мюонное нейтрино;
- мюон и мюонное нейтрино сравнительно прочно связаны между собой.

Этим требованиям для определения структуры π^- -мезона удовлетворяет расположение мюонного антинейтрино $\tilde{\nu}_\mu$, изображенное на рис. 2.24, если μ^- -мюон имеет конфигурацию, изображенную на рис.3.12.

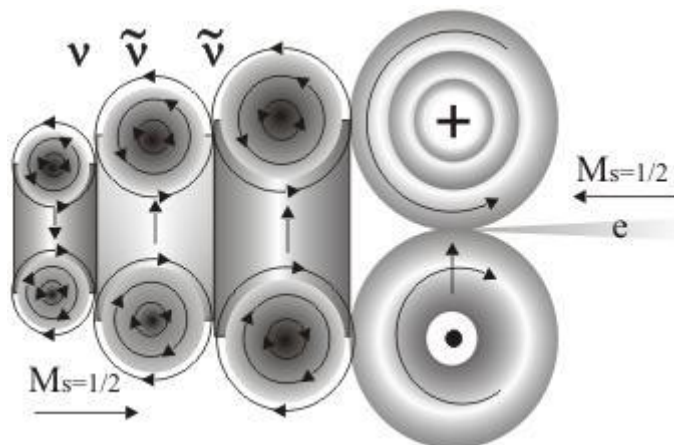


Рис. 2.24. Возможная структура π^- -мезона

Притяжение мюона и мюонного антинейтрино друг к другу осуществляется здесь за счет сил инерции и слабого вихревого взаимодействия мюонного антинейтрино и мюона. За счет энергии связи продольная масса мюона увеличивается с $206 m_e$ до $273 m_e$. Заряд мюона при этом полностью сохраняется.

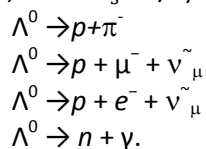
При нулевом спине пион должен распасться на две частицы с половинными спинами. После распада масса мюона равна $206,7 m_e$. При распаде пиона масса убывает на $66,1 m_e = 33,777 \text{ МэВ}$. Энергия переходит в кинетическую энергию мюона и мюонного антинейтрино.

При распаде частиц выполняется закон сохранения комбинированной четности в слабых взаимодействиях. Если одна частица вылетает в одну сторону по левовинтовой траектории, то другая частица ле-

тит в противоположную сторону по правовинтовой траектории. Это является просто выполнением закона сохранения момента количества движения.

2.8. Гипероны

Подобным образом мы можем пытаться реконструировать любую метастабильную частицу по ее свойствам и продуктам распада. Рассмотрим, например, способы распада странного Λ^0 -гиперона $ряде=0$, спин $M_s=1/2$):



По продуктам первой схемы распада ясно, что эта частица состоит из протона и π^- -мезона, как изображено на рис.2.25. Во второй схеме распада мы видим, что пи-мезон уже распался на мюон и мюонное антинейтрино. Как обычно, относительная прочность связей меньше прочности элементов.

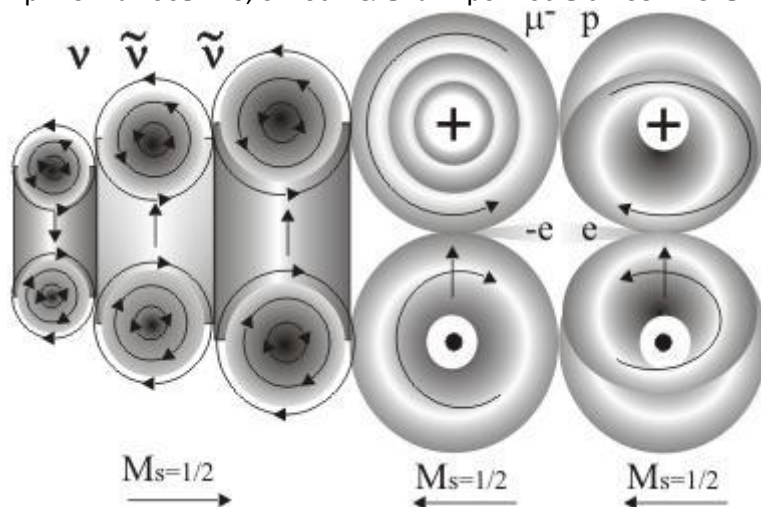


Рис. 2.25. Структура гиперона

Если просто сложить массы протона и π^- -мезона, то получим $1836,15 + 272,80 = 2108,95$ в единицах m_e . Измеренная масса Λ^0 -гиперона $M = 2182,4m_e$. Энергия связи составляет $73,45m_e = 37,584$ МэВ. Она выделяется при распаде частицы в виде кинетической энергии протона и π^- -мезона. При дальнейшем распаде π^- -мезона выделяется 33,9 МэВ. При распаде мюона выделяется 37,6 МэВ энергии. Окончательный баланс полного распада гиперона:

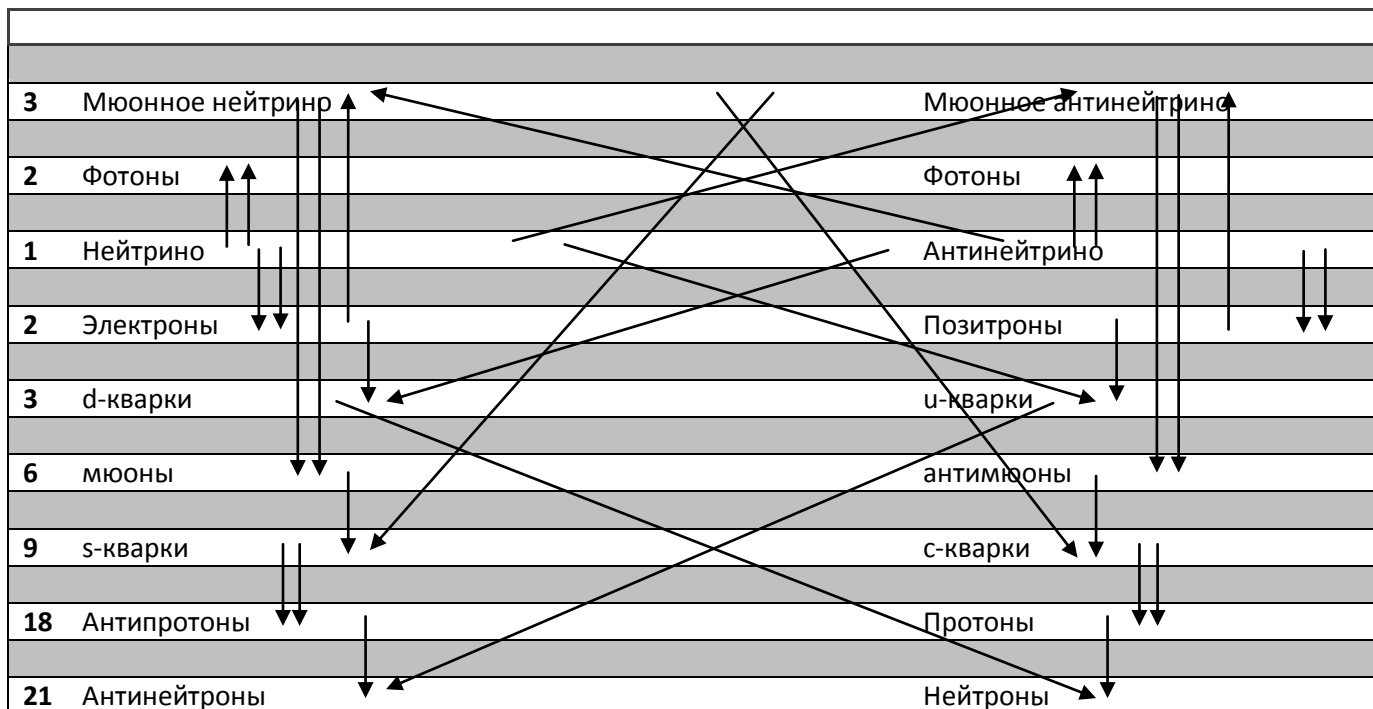
- начальная масса покоя $2182,4m_e$ или 1115,2 МэВ;
- конечная масса покоя $(1836,15 + 1)m_e = 1836,15m_e = 938,27$ МэВ;
- выделенная энергия излучения 176,93 МэВ.

Таким образом, анализируя схемы распада частиц, можно реконструировать их структуру. Все метастабильные частицы представляют собой наборы из стабильных фундаментальных частиц: нейтрино, электронов, протонов и их античастиц. Эти наборы удерживаются какое-то время в основном за счет сил инерции. Чем сложнее составные частицы (чем больше у них внутренняя энергия), тем более они неустойчивы. Предполагаемые частицы с очень большой массой вряд ли могут существовать какое-то заметное время, доступное для их наблюдения.

2.9. Схема образования частиц

Представим схематически процесс образования частиц из нейтрино. Каждой стабильной частице соответствует своя античастица. Слева указано число вихревых элементов нейтрино в частицах. Нейтрино и антинейтрино являются простейшими высокоэнергичными вихревыми образованиями в сплошной среде гравитонов. Все остальные частицы составлены из нейтрино как из элементов.

При образовании фундаментальных частиц из нейтрино наиболее вероятными были парные столкновения. Электроны и позитроны образованы в результате парных взаимодействий нейтрино или антинейтрино. Протоны образованы парными столкновениями с-кварков. Парные столкновения протонов с мюонными нейтрино привели к образованию нейтронов.



Отметим, что имеется симметрия между количеством частиц и античастиц. Нейтрино и антинейтрино, левополяризованные и правополяризованные фотоны — все они содержатся в излучении в равных количествах. Часто спрашивают, а где же антиматерия, где искать антигалактики? Сейчас нам должно быть понятно, что антивещество содержится в обычном веществе и искать его нигде не надо. Протон содержит восемь нейтрино и десять антинейтрино. Поэтому он скорее «анти». А в атоме водорода — самом распространенном элементе — содержится одинаковое число нейтрино (10) и антинейтрино (10):

Электрон	$\nu\nu$
Протон	$10\nu\sim 8\bar{\nu}$

3. Оценка параметров частиц

3.1. Продольная и поперечная массы электрона

На рисунке 3.1 показана схематическая модель электрона:

- 1 — нейтрино;
- 2 — электрическая вихревая трубка;
- 3 — присоединенный слой гравитонов.

Основными соотношениями специальной теории относительности для свободно движущейся точечной частицы (системы частиц) являются отношения между энергией E , импульсом p и массой m [5]:

$$E^2 - p^2 c^2 = m^2 c^4; \quad \vec{p} = \frac{\vec{v} E}{c^2}. \quad (3.1)$$

Отметим, что здесь импульс является потоком энергии, а не массы. Соотношение (3.1) отражает закон сохранения энергии, при этом выражение $m c^2$ описывает потенциальную энергию. На основании этих формул можно написать выражения для E и p :

$$E = \frac{m c^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}; \quad \vec{p} = \frac{m \vec{v}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}. \quad (3.2)$$

Энергия E и импульс p являются компонентами четырехмерного вектора, подобно четырехмерным координатам t и \vec{r} . Поэтому уравнение (3.1) справедливо для каждой из координат. Масса m и скорость v — те же самые величины, с которыми мы имеем дело в ньютоновской механике.

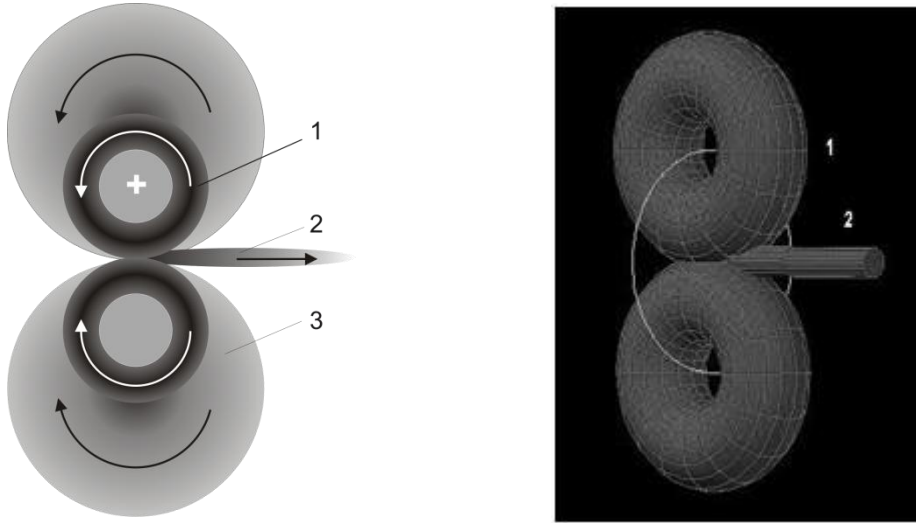


Рис. 3.1. Структура электрона

Уравнения (3.1) описывают движение точечных частиц во всем интервале скоростей. С одной стороны, при $v=c$ $pc=E$. Подставив это в первое равенство (3.1), мы приходим к выводу, что если частица движется со скоростью c , то ее масса равна нулю. С другой стороны, энергия тела не обращается в нуль, когда это тело покоится ($v = 0$, $p = 0$). Тогда энергия покоя $E_0 = mc^2$ или $m = E_0/c^2$. Найдя энергию покоя, можно вычислить массу частицы.

Кинетическая энергия определяется как разность между полной энергией E и энергией покоя E_0 :

$$E_{\text{кин}} = E - E_0 = mc^2 \left(\frac{1}{\sqrt{1-v^2/c^2}} - 1 \right).$$

При определении массы следует иметь в виду следующее обстоятельство, которое, однако, мы не будем сейчас учитывать. По определению масса измеряется при нулевом импульсе. Но электрон не может быть в абсолютном покое. Из квантовой механики известно, что имеется минимальная (собственная или «нулевая») энергия, которую нельзя отнять [6]. Табличные параметры частиц (масса, заряд, магнитный момент) определены при собственной (нулевой) энергии. Это собственные значения частиц.

Возрастание энергии электрона сводится к увеличению угловой скорости кольцевого вращения составляющих его нейтрино. Момент импульса нейтрино $[\vec{r} \cdot \vec{p}]$ остается равным $\hbar/2$, так что размер нейтрино внутри частицы уменьшается обратно пропорционально его импульсу:

$$r = \frac{\hbar}{2p} = \frac{\hbar}{2} \frac{\sqrt{1-v^2/c^2}}{mv} = \frac{\hbar c^2}{2vE} \quad (3.3)$$

Из формулы видно, что наиболее сильное уменьшение размеров происходит для релятивистских частиц. При этом сам электрон может не двигаться, а быть в связанном состоянии (например, в нейтроне).

В предлагаемой модели частицы являются не точечными объектами, а осесимметричными вихрями. Их движение следует рассматривать в цилиндрической системе координат, так как в кольцевых вихрях осуществляются независимые движения вдоль оси и по углу. Полная энергия складывается из энергии поступательного движения и энергии вращения. Поэтому перепишем уравнение (3.1) для независимых поступательного и вращательного движений:

$$(E_z)^2 - p_z^2 c^2 = m_z^2 c^4, \quad \vec{p}_z = \vec{v}_z E_z / c^2; \quad (3.4)$$

$$(E_\varphi)^2 - p_\varphi^2 c^2 = m_\varphi^2 c^4, \quad \vec{p}_\varphi = \vec{v}_\varphi E_\varphi / c^2. \quad (3.5)$$

В уравнениях введены обозначения m_z для продольной массы и m_φ для поперечной массы. Продольная масса — это наблюдаемая инертная масса, которую для электрона дальше будем снова обозначать как m .

Применим теперь уравнение (3.4) для движения электрона вдоль оси OZ. Обратимся к рисунку 3.1. Пусть импульс p_z вдоль оси равен нулю. Но кольца нейтрино будут продолжать вращаться вокруг оси с околосветовой скоростью за счет тороидального потока гравитонов. Энергия этих потоков является энергией покоя электрона. Следовательно, продольная масса электрона определяется энергией тороидального вращения гравитонов. В уравнении (3.4) масса представляется как потенциальная энергия электрона. Но при рассмотрении более широкой системы она оказывается кинетической энергией потоков гравитонов.

Применим уравнение (3.5) для поперечного (а точнее, углового) движения электрона. В плоскости, перпендикулярной к оси, нейтрино вращаются вокруг оси с линейной скоростью, v_φ , близкой к скорости света. Поэтому $m_\varphi = 0$, — поперечная масса электрона равна нулю.

Таким образом, вопрос «Откуда берется масса электрона?» в рамках вихревой модели полностью снимается. Масса — это собственная энергия частицы, измеренная *при нулевом импульсе в заданном продольном направлении*. Масса определяется кинетической энергией внутренних замкнутых потоков гравитонов.

Электрон обладает инертностью при поступательном движении, так как имеет продольную массу. Но в поперечном направлении он безынерционен, так как его поперечная масса равна нулю. При пролете через магнитное поле электрон отклоняется магнитным полем в поперечном направлении без совершения работы.

Свойство инерции полностью обусловлено вихревым строением частиц. Вихри не испытывают сопротивления лишь при движении в среде вдоль оси. Боковое приложение силы вызывает разворот оси кольцевого вихря, т.е. его сопротивление в направлении силы.

В теории относительности связь между силой и ускорением определяется формулой [7]:

$$\vec{F} - (\vec{F}\vec{\beta})\vec{\beta} = m\gamma\vec{a}, \quad \vec{\beta} = \vec{v}/c, \quad \gamma = 1/\sqrt{1-\beta^2}. \quad (3.6)$$

Ускорение $\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}$ в релятивистском случае не направлено по силе $\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt}$, а имеет также составляющую по скорости. Если бы инерционная масса определялась как отношение действующей силы к ускорению, то она зависела бы от взаимного направления силы и скорости. При $\vec{F} \perp \vec{v}$ уравнение движения (3.6) будет выглядеть как

$$\vec{F}_\perp = m\gamma\vec{a},$$

а при $\vec{F} \parallel \vec{v}$

$$\vec{F}_\parallel = m\gamma^3\vec{a}.$$

Зависимость параметров релятивистского движения от взаимного направления силы и скорости подтверждает, в частности, двухмерность вихревой модели электрона и справедливость введения понятий продольной и поперечной массы.

3.2. Заряд электрона

Так как в мире нет ничего, кроме движущейся материи, то и свойство заряда обусловлено механическим движением потоков гравитонов в присоединенном к частице слое. Поступательный поток гравитонов от частицы мы воспринимаем как электрическое поле. Вращательное движение присоединенного к частице слоя гравитонов представляется нам магнитным полем. Магнитное поле не «создается движущимися зарядами». Оно является изначальным свойством и электрона, и протона.

Рассмотрение модели электрона требует переопределения основных электрических параметров в терминах потока — в системе МКС (метр, килограмм, секунда). Для выяснения физической сущности основных понятий электростатики запишем выражения для плотности энергии электростатического поля:

$$u = \frac{\epsilon\epsilon_0}{2} E^2, \quad (3.7)$$

где $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м — электрическая постоянная;

ϵ — относительная диэлектрическая проницаемость среды;

E В/м — напряженность электрического поля.

С другой стороны, плотность энергии для единичного объема потока сплошной среды внутри зарядовой трубки электрона записывается как

$$u = \frac{\rho}{2} v^2, \quad (3.8)$$

где ρ кг/м³ — плотность гравитонов в выделенном объеме;

v м/с — скорость выделенного объема среды.

Сравнивая формулы (3.7) и (3.8), получаем соотношения:

$$\epsilon\epsilon_0 [\text{Ф/м}] = \rho [\text{кг/м}^3]$$

$$E [\text{В/м}] = v [\text{м/с}]$$

Абсолютная диэлектрическая проницаемость, выраженная в Ф/м, есть плотность потока гравитонов в зарядовой трубке, выраженная в кг/м³.

Напряженность электрического поля, выраженная в В/м, есть продольная скорость потока гравитонов в зарядовой трубке, выраженная в м/с.

По закону Кулона напряженность электрического поля обратно пропорциональна квадрату расстояния от заряда:

$$E = \frac{e}{4\pi\epsilon\epsilon_0 R^2}, \quad (3.9)$$

где e — заряд электрона.

Из формулы (4.9) следует, что заряд e в понятиях потока имеет размерность [кг/с]. Перепишем формулу (4.9) в терминах потока:

$$e = 4\pi R^2 \rho v. \quad (3.10)$$

Заряд — это поток плотности гравитонов через сферу радиуса R , внутри которой находится электрон. К такому же выводу мы пришли ранее, анализируя законы Ньютона и Кулона.

На рис. 3.1 схематично показано, как присоединенный слой гравитонов 3 захватывается между кольцами нейтрино 1 и выбрасывается в зарядовую трубку 2.

В вихревой модели электрический заряд электрона, выраженный в Кл, есть масса гравитонов, выбрасываемая в зарядовую трубку в одну секунду, выраженная в кг/с, при собственной частоте кольцевого вращения ω_0 .

Уравнения движения заряда в релятивистской форме записывают в виде:

$$\vec{F} = d\vec{p}/dt = \frac{d}{dt} \left(\frac{m\vec{v}}{\sqrt{1-v^2/c^2}} \right) = e(\vec{E} + \vec{v} \times \vec{B}). \quad (3.11)$$

Обобщением силы на четырехмерное пространство будет «4-сила» f_μ :

$$f_\mu = \left(\frac{\vec{F} \cdot \vec{v}}{\sqrt{1-v^2/c^2}}, \frac{\vec{F}}{\sqrt{1-v^2/c^2}} \right) = \left(\frac{e \cdot \vec{v} \cdot \vec{E}}{\sqrt{1-v^2/c^2}}, \frac{e \cdot (\vec{E} + \vec{v} \times \vec{B})}{\sqrt{1-v^2/c^2}} \right), \quad (3.12)$$

Первая временная компонента четырехвектора равна мощности, т.е. скорости изменения энергии или скорости совершения работы $\vec{F} \cdot \vec{v}$. Пространственными компонентами будут значения $\vec{F} / \sqrt{1-v^2/c^2}$. Заметим, что в (4.12) фигурирует выражение $e\gamma$, — аналогичное выражению $m\gamma v$ формуле (4.6).

Собственно электроном обычно называют только жесткое ядро частицы, образованное вращающимися нейтрино 1 (рис. 3.1 справа). Поэтому электрон, вообще говоря, можно представить двумя точечными массами, движущимися по спиралям. Но следует учитывать, что к поверхности нейтрино как бы «прилипает» тонкий слой гравитонного газа. Движущиеся слои газа частично увлекают за собой соседние слои за счет вязкости. Возникает присоединенный слой гравитонов 3, охватывающий кольца нейтрино. Частицы слоя одновременно участвуют в тороидальном и кольцевом вращениях. Эти вращения превращают электрон в электромагнитный комплекс, обладающий собственными электрическим и магнитным полями.

Электростатическое поле образуется при кольцевом вращении нейтрино. Гравитоны присоединенного слоя захватываются вращающимися нейтрино и выбрасываются в виде направленного узкого лучевого вращающегося потока вдоль оси электрона.

Магнитное поле образуется за счет вращения присоединенного слоя гравитонов вокруг оси электрона. Приближенно можно принять, что масса присоединенного слоя с отрицательным градиентом скорости равна массе ядра (см. рисунок 2.3). Можно также принять, что за один оборот кольцевого вращения в зарядовую трубку выбрасывается вся масса присоединенного слоя m , а за одну секунду — масса e . Удельный заряд электрона $\frac{e}{m} = \nu_0 = 1,76 \cdot 10^{11}$ (с⁻¹) определяет собственное (наименьшее) число оборотов кольцевого вращения в одну секунду. Собственная энергия кольцевого вращения $E_{ro} = 2\pi h \nu_0 = 1,161 \cdot 10^{22}$ Дж = $7,253 \cdot 10^4$ эВ.

Для сравнения собственная энергия тороидального вращения составляет

$$E_o = mc^2 = 8,187 \cdot 10^{14} \text{ Дж} = 5,117 \cdot 10^5 \text{ эВ}.$$

В основном состоянии при нулевой скорости поступательного движения электрон создает магнитное поле, которому соответствует собственный (спиновый) магнитный момент электрона μ_s . Его значение практически совпадает с магнетонном Бора μ_B — произведением спина $\frac{h}{2}$ на удельный заряд $\frac{e}{m}$:

$$\mu_B = \frac{h e}{2 m} = 9,274 \cdot 10^{-24} \text{ (Дж/Тл)}.$$

Спин электрона, равный $h/2$, учитывает энергию вращения двух нейтрино вокруг его оси только на одном обороте. Спин электрона — это момент импульса, момент потока массы: $\frac{h}{2} = m \cdot c \cdot r_0 = 0,53 \cdot 10^{-34}$ (Дж·с). Отсюда радиус нейтрино в электроне $r_0 = 1,932 \cdot 10^{-13}$ м. Радиус электрона в основном состоянии вдвое больше $r_e = 3,863 \cdot 10^{-13}$ м.

Магнитный момент равен энергии вращения присоединенного слоя за секунду ([Дж=кг·м²·с⁻²]), — это момент потока заряда слоя относительно среднего радиуса присоединенного слоя r_1 :

$$\mu_s = e \cdot c \cdot r_1 = m \cdot \frac{e}{m} \cdot c \cdot r_0 \cdot \frac{r_1}{r_0} = \frac{h}{2} \cdot \frac{e}{m} \cdot \frac{r_1}{r_0} = \mu_B \cdot \frac{r_1}{r_0}.$$

Отсюда по известному значению $\mu_s = 9,285 \cdot 10^{-24}$ Дж/Тл находим $r_1 \approx 1,934 \cdot 10^{-13}$ м. Отклонение значения магнитного момента электрона от значения магнетона Бора объясняется несовпадением центров масс нейтрино и присоединенного слоя (см. рисунок 3.1).

Схему «электромагнитных полей» электрона можно представить так, как показано на рис. 3.2.

С увеличением поступательной скорости электрона возрастает интенсивность потока векторного потенциала \vec{A} . Этот поток направлен противоположно движению электрона. Он одновременно вращается вокруг оси с линейной скоростью, близкой к световой, что определяет магнитную индукцию $\vec{B} = \text{rot} \vec{A}$.

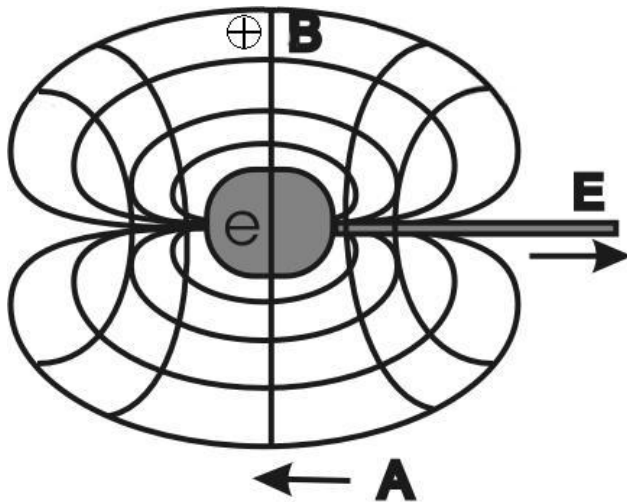


Рис. 3.2. Схема потоков поля вокруг ядра вихря электрона

В обычном проводнике электроны не ориентированы, и их среднее магнитное поле равно нулю. В потоке магнитные поля электронов складываются, а их электрические поля направлены вдоль оси потока. В поперечном направлении потока оснований для взаимного отталкивания электронов не имеется. Шнурование электрической дуги в вакууме подтверждает эти выводы.

Отметим еще раз, что то, что мы воспринимаем как потенциальную энергию электростатического поля и магнитного поля, в более широкой системе есть кинетическая энергия поступательного и вращательного потоков гравитонов.

3.3. Волновые характеристики электрона

Центры масс составляющих электрон нейтрино одновременно с поступательным движением вращаются вокруг оси электрона, т.е. вокруг направления движения. Если представить электрон в виде двух точечных масс нейтрино m_n , то эти массы будут двигаться по спирали. Проекции спиральных траекторий нейтрино на плоскость, проходящую через ось, представлены на рисунке 3.3. Траектории отличаются по фазе на 180° .

Движение центров масс нейтрино по спирали отражает волновое представление электрона. В этом представлении можно выделить следующие волновые характеристики:

- λ_n — длина волны, равная шагу спирали;
- v_e — скорость электрона вдоль оси;
- R_n — амплитуда, равная радиусу нейтрино;
- ω_n — частота обращения нейтрино вокруг оси спирали OY;
- фаза нейтрино в данный момент времени;
- поляризация, т.е. направление вращения относительно оси OY.

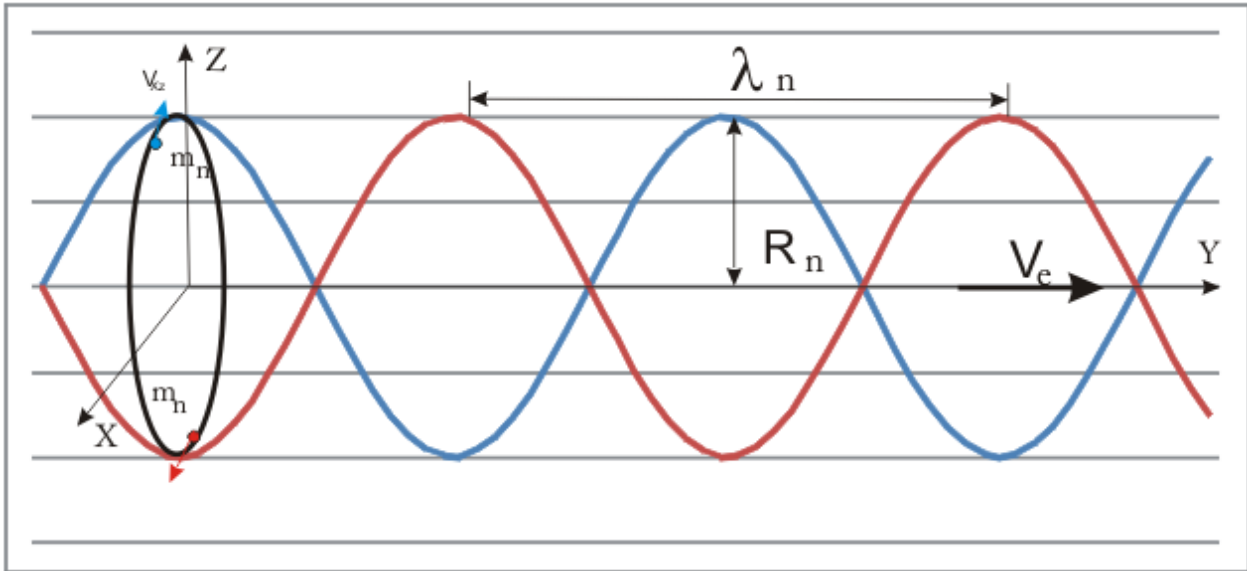


Рис. 3.3. Проекция на плоскость спиральных траекторий нейтрино

На рисунке слева изображена проекция спирали на плоскость XZ. Спин $\hbar/2$ вдоль оси Y создается за счет равномерного вращения двух масс нейтрино m_n по окружности радиуса R_n со скоростью $\approx c$. Если считать по классическим формулам, то для оценки можно положить

$$\frac{\hbar}{2} = 2m_n R_n c.$$

Отсюда получим выражение для радиуса нейтрино, полагая $2m_n = m$:

$$R_n = \frac{\hbar}{2mc} = \frac{1,06 \cdot 10^{-34}}{2 \cdot 9,1 \cdot 10^{-31} \cdot 3 \cdot 10^8} = 1,94 \cdot 10^{-13} \text{ м.}$$

Радиус электрона составляет, соответственно, $3,88 \cdot 10^{-13}$ м.

Поступательная скорость электрона v_e задается частотой ω_n кольцевого вращения нейтрино вокруг своей оси. При этом оба нейтрино движутся вдоль оси электрона по синусоиде, представляя собой локальную волну. Волновые характеристики связаны между собой соотношением

$$\lambda_n = \frac{2\pi}{\omega_n} v_e.$$

Связь между корпускулярным и волновым представлениями осуществляется через выражения для энергии частицы. Для малых скоростей кинетическая энергия свободного электрона выражается формулой

$$E = (mv_e^2)/2.$$

Энергия кванта с моментом $\hbar/2$ дается формулой Планка $E_\omega = (\hbar/2) \omega_n$,

Из этих формул получим выражения для длины волны: $\lambda_n = \frac{2\pi\hbar}{mv_e}$, что совпадает с формулой де Бройля. Корпускулярно-волновой дуализм электрона заключается в периодическом изменении параметров внутреннего движения составляющих нейтрино.

3.4. Масса фотона

Утверждение, что фотоны являются квантами электромагнитного поля, не обосновано. Ни в электрических, ни в магнитных полях фотонов не обнаружено. То же относится к признанию света электромаг-

нитной волной. Фотоэффект, эффект Комптона, комбинационное рассеяние фотонов ясно говорят о корпускулярном строении фотонов. Прямолинейность светового потока обусловлена наличием у фотонов поперечной массы.

В теории относительности масса системы не равна массе составляющих систему тел. Рассмотрим два фотона, разлетающихся в противоположные стороны с одинаковыми энергиями E . Суммарный импульс такой системы равен нулю, а суммарная энергия (она же энергия покоя системы двух фотонов) равна $2E$. Согласно (3.1) масса этой системы равна $2E/c^2$. Но следует ли тогда считать, что масса каждого из фотонов равна E/c^2 ? Этого сказать нельзя, так как масса не обладает свойством аддитивности. Но тогда каков физический смысл массы двух фотонов?

Если фотоны летят в одном направлении, то масса этой системы равна нулю. Каждый из фотонов, следовательно, также будет иметь нулевую массу. Такое формальное рассмотрение понятия массы требует дополнительно более подробного анализа.

Из формулы (3.4) следует, что масса фотона равна нулю. Но что будет при столкновении фотона с веществом? Опыты П.Н. Лебедева и теория фотоэффекта А. Эйнштейна более ста лет назад подтвердили, что свет оказывает давление, фотоны передают энергию. Следовательно, фотоны обладают энергией и импульсом. Но как же быть с массой? Не стоит воспринимать слово «безмассовый» аналогом слову «виртуальный» или «нематериальный».

Схематический эскиз фотона приведен на рисунке 3.4. Легко заметить, что фотон и электрон различаются не составом, а лишь структурой, ориентацией спинов нейтрино друг относительно друга. В электро-не оба нейтрино лежат в одной плоскости, а их спины направлены в противоположные стороны. В фотоне спины обоих нейтрино направлены в одну и ту же сторону. Но внутренняя энергия колец нейтрино в обеих частицах одинаковая. Поэтому можно сказать, что фотон — это инверсный электрон (суперпартнер).

Применяя для поступательного движения фотона вдоль оси уравнение (3.4), получаем, что продольный импульс фотона $\vec{p}_z = \vec{c} E_z / c^2$, а продольная инертная масса фотона m_z равна нулю.

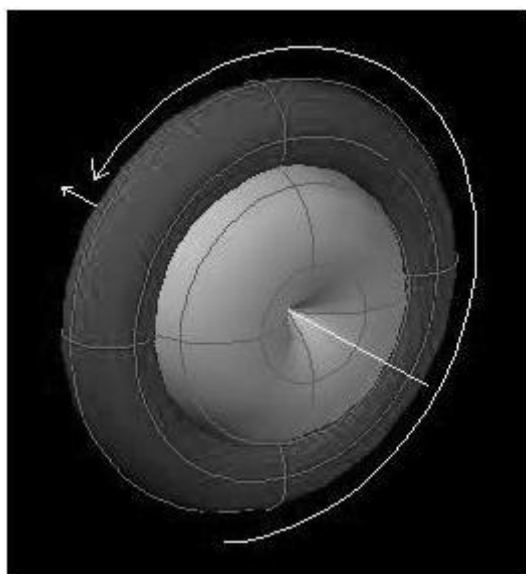


Рис. 3.4. Нейтрино в фотоне

Обратимся к кольцевому вращению фотона. Снова будем считать, что поперечное движение независимо от продольного. Применим к нему формулу (3.5). При $p_\phi = 0$ фотон будет иметь поперечную массу m_ϕ . Поперечная масса m_ϕ определяется энергией фотона при отсутствии движения в поперечном направлении. Это есть энергия тороидального вращения гравитонов в двух кольцах нейтрино. Но так же выражается энергия покоя для электрона. Следовательно, *поперечная масса фотона равна продольной массе электрона m .*

Фотоны безинерционны только в продольном направлении, когда их инертная масса равна нулю. Луч света является символом прямолинейности: чтобы отклонить фотоны в поперечном направлении, нужно преодолеть инерцию поперечной массы. Отклоняющая сила должна совершить работу. Именно поэтому магнитное поле не действует на световой поток.

Известно, однако, притяжение лучей света полем тяготения при прохождении их вблизи Солнца. Из общей теории относительности следует, что сила \vec{F} со стороны тела с большой массой M , действующая на легкую частицу с энергией E , движущуюся со скоростью \vec{v} , определяется тензором энергии-импульса и равна [7]:

$$\vec{F} = -G \frac{ME}{c^2 r^3} [(1 + \beta^2)\vec{r} - (\vec{r}\vec{\beta})\vec{\beta}], \quad \vec{\beta} = \vec{v}/c. \quad (3.13)$$

Теория говорит, что величина, играющая роль «пассивной гравитационной массы», зависит не только от энергии частицы, но и от взаимного направления векторов \vec{r} и \vec{v} . Если фотон летит вертикально ($\vec{v} \parallel \vec{r}$), то его «гравитационная масса» равна E/c^2 . Если же фотон летит горизонтально ($\vec{v} \perp \vec{r}$), то его «гравитационная масса» в два раза больше и равна $2E/c^2$.

В первом случае инерции в продольном направлении нет. Взаимодействие поля тяготения происходит только с поперечной энергией. Во втором случае, кроме поперечной энергии, появилась инерция массы, связанная с энергией движения фотона.

Аналогичное рассмотрение структуры нейтрино заставляет признать наличие у них ненаблюдаемой поперечной массы. В частности, для электронных нейтрино и антинейтрино значение поперечной массы должно быть близко к $m/2$.

4. Моделирование взаимодействий

Чтобы говорить о различных взаимодействиях и их Великом объединении, следует, прежде всего, ясно представлять себе, о чем идет речь. И нужно прежде анализа следствий выяснить причины взаимодействий. Поэтому надо изменить вопрос, который мы задаем природе. Надо спросить не только «Как происходит взаимодействие?», но и «Почему оно происходит?». Необходимо осознать, что причины взаимодействий находятся на более глубоком уровне материи, чем нам представляется. Многие свойства окружающего нас мира вещества зависят от конкретной структуры электромагнитного поля, т.е. от особенностей движения потоков гравитонов.

4.1. Пример модели сильного взаимодействия

В 1935 году японский физик Х. Юкава построил первую количественную теорию взаимодействия нуклонов, происходящего посредством обмена новыми частицами, которые сейчас известны как *пи-мезоны* (или *пионы*). Пионы были впоследствии открыты экспериментально в 1947 году.

В этой пион-нуклонной теории притяжение или отталкивание двух нуклонов описывалось как испускание пиона одним нуклоном и последующее его поглощение другим нуклоном (по аналогии с электромагнитным взаимодействием, которое описывается как обмен виртуальными фотонами). Эта теория успешно описала целый круг явлений в нуклон-нуклонных столкновениях и связанных состояниях, а также в столкновениях пионов с нуклонами. Численный коэффициент, определяющий «эффективность» испускания пиона, оказался очень большим (по сравнению с аналогичным коэффициентом для электромагнитного взаимодействия), что и определяет «силу» сильного взаимодействия.

Однако сам принцип связывания частиц за счет обменного взаимодействия не укладывается в интуитивные понятия здравого смысла. В самом деле, пусть тело 1 и тело 2 на рисунке 4.1 обмениваются частицей 3. При испускании частицы с импульсом \vec{p} тело 1 получит импульс отдачи $-\vec{p}$. При поглощении частицы с импульсом \vec{p} тело 2 приобретет импульс \vec{p} . В результате обмена частицей тела разойдутся. Общий импульс системы тел останется прежним.

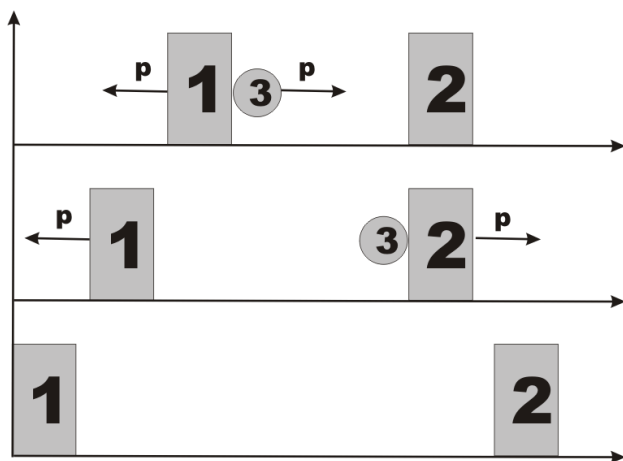


Рис. 4.1. Отталкивание тел при обмене частицами

Каким образом можно осуществить притяжение тел? Должна быть сила, толкающая одно тело по направлению к другому. Сила есть изменение импульса. Тело 1 должно, например, испускать частицы в сторону, противоположную направлению на тело 2. Аналогичная ситуация для тела 2. Но это значит, что сама идея связывания тел за счет обменного взаимодействия физически не обоснована. К тому же испускание частицы однозначно означает нестабильность нуклона или кварка. А их стабильность подтверждается на опыте. Протон содержит два пиона. Ясно, что если мысленно допустить, чтобы один пион вылетел бы наружу, то свойства протона сразу изменятся. Соответственно изменятся свойства системы, в которую он входит. То же самое относится и к обмену глюонами и любыми «виртуальными» частицами. Из опыта работы с радиоактивными веществами мы знаем, что излучение частиц однозначно связано с разрушением вещества.

Причина взаимодействия между частицами лежит на более глубоком уровне материи, чем уровень частиц. «Переносчиками» всех видов взаимодействия между частицами являются кванты электромагнитного поля — гравитоны. Притяжение и отталкивание между вихревыми элементами составных частиц и между вихревыми нуклонами атомных ядер осуществляется за счет взаимодействия между вихрями. В предыдущих разделах была описана вихревая модель фундаментальных и метастабильных частиц. Но взаимодействие их с окружающей средой осуществляется только через присоединенный слой гравитонов. Поясним еще раз сущность вихревого взаимодействия на рисунке 4.2.

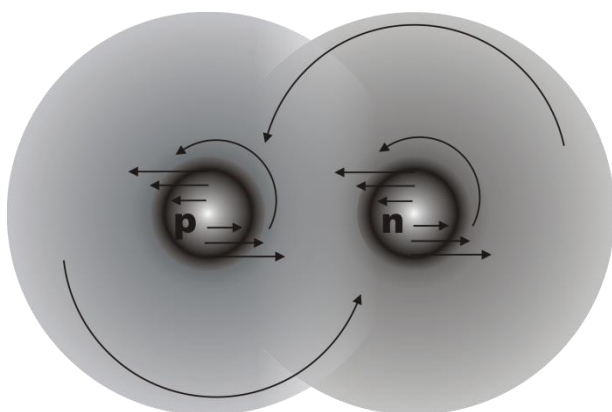


Рис. 4.2. Схема притяжения двух вихрей

На рисунке показаны два вихря, например, протон (p) и нейтрон (n), имеющие одинаковое направление вращения. Они быстро вращаются в сплошной среде гравитонов, увлекая во вращение прилегающий к их границам слой гравитонной жидкости (газа). Присоединенный к вихрю p поток гравитонной среды смещает центр масс вихря n вверх, в область скоростей, направленных влево. Вихрь n смещается по направлению к вихрю p, одновременно продолжая увлекаться присоединенным потоком вихря p.

То же самое происходит с протоном p . Под действием вращающегося вихревого потока нейтрона n центр масс протона p опускается вниз, в область скоростей, направленных вправо, к вихрю n . Одновременно он продолжает увлекаться в угловое движение вокруг вихря n .

В результате взаимодействия двух вихрей в сплошной среде гравитонов они притягиваются друг к другу, и начинают вращаться вокруг общего центра. Образуется единая вращающаяся система — новый вихрь. Заметим, что механизм притяжения не зависит от заряда частиц. Стоит отметить также, что первоначальное смещение центра масс вихря внешними силами и последующее результирующее «самосмещение» происходят во взаимно-перпендикулярных направлениях. Работа при этом не совершается.

Условием притяжения вихревых частиц является одинаковое направление вращения в данной плоскости. При различном направлении вращения вихри будут расталкиваться. Вихревое притяжение и расталкивание будет заметно лишь на расстояниях эффективного действия присоединенного слоя поля. Обычно это расстояние лишь в несколько раз превышает размеры частицы.

Выше было сказано, что в ядре атома на нейтроны действуют силы, которые препятствуют их развалу. На рисунке 4.3 показана возможная структура α -частицы. Свободные протоны $p1$ и $p2$ и протоны, связанные в нейтронах $n1$ и $n2$, образуют прочную четырехзвенную силовую цепь. Составляющие нейтронов — два электрона и два антинейтрино — заключены внутри этой цепи. Они стягиваются цепью протонов, — она не позволяет им передавать свою энергию внешней среде, не позволяет увеличивать свои размеры. На других ядерных оболочках нейтроны ориентируются аналогичным образом.

В качестве примера сильного взаимодействия рассмотрим оболочечную структуру ядер атомов.

Нуклоны, как и электроны, — частицы со спином $\hbar/2$. Они подчиняются статистике Ферми-Дирака и принципам запрета, т.е. не сливаются. Мы предполагаем, что структура ядра сходна с хорошо известной структурой электронной оболочки атома.

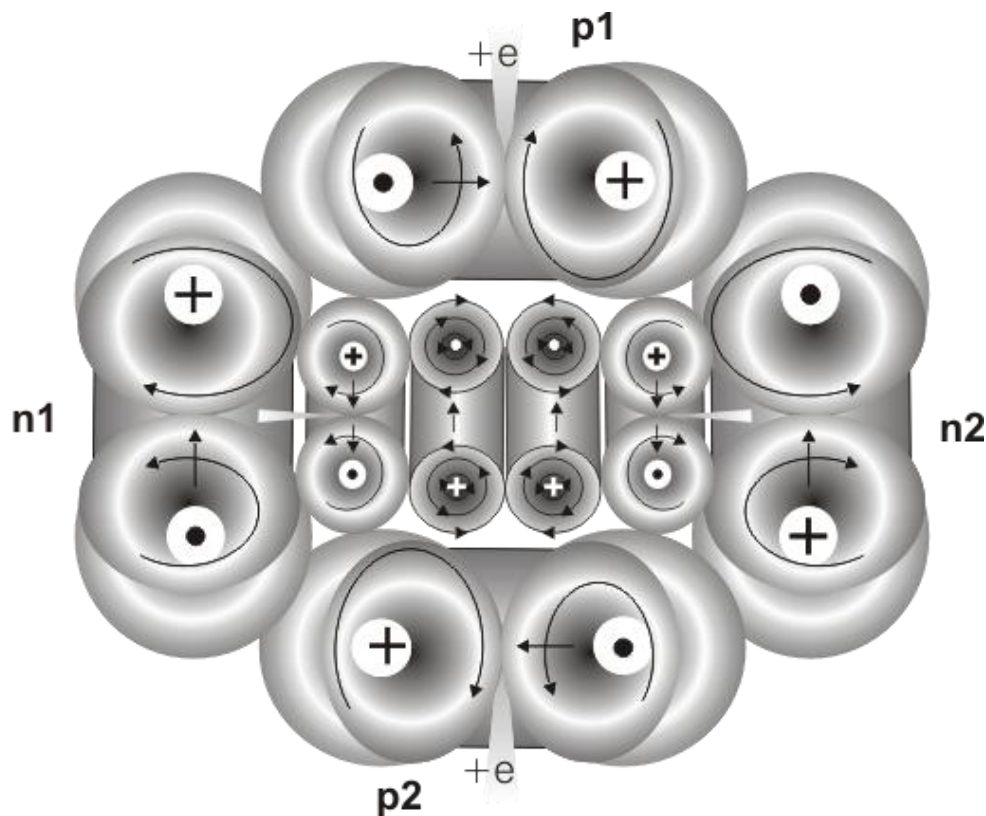


Рис.4.3. Схема α -частицы

Другими словами, внутри ядра существует такая же Периодическая система, что и снаружи его. Нуклоны в ядре группируются в четырех шаровых секторах. Они представлены на рисунке 4.4. Сверху показано размещение протона, а сбоку — нейтрона α -частицы в ядре атома.

Значения квантовых чисел электронных оболочек атомов напрямую подсказывают и структуру ядер. Распределение протонов в ядре и электронов в атоме должно быть симметрично, соответствовать

одной и той же матрице. Протоны ядра располагаются в двух шаровых секторах по одной оси координат (OZ на рисунке 4.4), нейтроны собираются в двух шаровых секторах по другой оси координат (OX на рисунке 4.4). Структура протонной части ядра обладает цилиндрической симметрией, что обеспечивает наблюдаемые значения спинов. То же самое можно сказать о нейтронной части ядра.

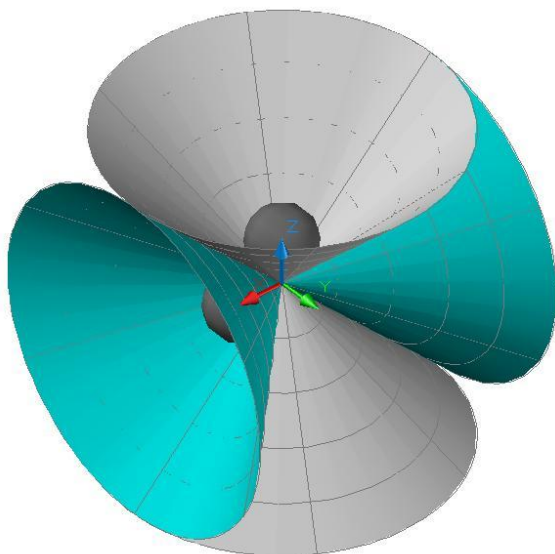


Рис.4.4. Шаровые сектора для размещения нуклонов в ядре атома

Основной принцип построения ансамбля нуклонов ядра (а далее и электронов атома) — минимизация момента импульса ансамбля. Разберем принцип формирования ядра на примере верхнего шарового сектора протонов (рисунок 4.5) на сферических поверхностях (оболочках). Вихревая модель покончила с мифом о расталкивании протонов в ядре под действием их собственного заряда.



Рис. 4.5. Формирование нуклонов в шаровых секторах

На первой оболочке уместается только один протон 1S. На второй оболочке есть место для четырех протонов. Один из них (2S) расположен на оси, а три протона ($2l+1=2*1+1=3$) заняли место на этой же оболочке вокруг него. Размеры нуклонов таковы, что свободного места, например, для четвертого 2P-протона уже нет.

Симметрично устанавливаются протоны в нижнем шаровом секторе. Третья оболочка позволяет установить между осевым 3S-протоном и границами шарового сектора по два протона. Первую круговую цепочку составляют три 3P-протона, а вторую круговую цепочку составляют пять ($2l+1=2*2+1=5$) 3D-протонов.

Четвертая оболочка позволяет установить дополнительно семь 4F-протонов в третью круговую цепочку. Шаровые сектора протонов вращаются вокруг вертикальной оси в разные стороны.

Упаковка нуклонов в ядре, вообще говоря, должна быть достаточно плотной, чтобы обеспечить сильное взаимодействие. Лучевые потоки электрического поля проходят от нижележащих протонов через вышележащие. На выходе из ядра потоки имеют суммарную интенсивность всех зарядов промежутка.

Аналогичным образом происходит упаковка нейтронов в правом и левом шаровых секторах. Шаровые сектора нейтронов вращаются вокруг горизонтальной оси также в разные стороны.

На рисунке 4.6 показана модель ядра атома кислорода. Из рисунка видно, что ядро кислорода представляет собой систему нуклонов в виде четырех шаровых секторов, соединенных α -частицей.

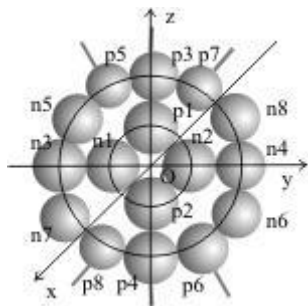


Рис.4.6. Ядро атома кислорода

Протон p1 является основанием для верхнего шарового сектора протонов. Протон p2 является основанием для нижнего сектора протонов. Их зарядовые трубки направлены от центра по оси z. На выходе протонов p3 и p4 электростатическое поле имеет двойную интенсивность (заряд $2e$). Схема рисунка 5.2 аналогична электронной конфигурации атома кислорода в Периодической таблице Менделеева: $1s^2 2s^2 2p^4$.

Шаровые сектора с протонами p1, p3, p5 и p7 и с протонами p2, p4, p6 и p8 вращаются в разные стороны вокруг вертикальной оси протонов OZ. Два других шаровых сектора с нейтронами n1, n3, n5 и n7 и с нейтронами n2, n4, n6 и n8 также вращаются в разные стороны вокруг горизонтальной оси нейтронов OY.

Ядро в целом имеет сферическую форму. Протоны в ядре размещаются на противоположных полюсах сферы. Так же уравниваются и нейтроны. Симметрия в расположении нуклонов приводит к тому, что осколки при распаде имеют близкие массы.

4.2. Примеры электромагнитного взаимодействия

Согласно современным представлениям электромагнитное взаимодействие — одно из четырёх фундаментальных взаимодействий. Оно существует между частицами, обладающими электрическим зарядом. С точки зрения квантовой теории поля электромагнитное взаимодействие переносится безмассовым бозоном — фотоном. Эту частицу можно представить как квантовое возбуждение электромагнитного поля. Что это значит, никто себе не представляет. Сам фотон электрическим зарядом не обладает, а значит, не может непосредственно взаимодействовать с другими фотонами. Он взаимодействует только с зарядами. Но что именно фотон делает с заряженными частицами, из которых он вылетает и в которые влетает, в теории не уточняется.

Электромагнитное взаимодействие отличается от слабого и сильного взаимодействия своим дальнедействующим характером — сила взаимодействия между двумя зарядами спадает только как вторая степень расстояния (закон Кулона).

В вихревой модели электрическое взаимодействие между зарядами существует благодаря обмену между зарядами квантами электромагнитного поля, т.е. гравитонами. Изолированный электрон рассеивает энергию в виде лучевого вращающегося потока гравитонов электростатического поля. При взаимодействии с положительным зарядом электрон получает от него энергию в виде потока гравитонов, равного излучаемому потоку. Сила притяжения между зарядами создается за счет эффекта Бернулли — уменьшения статического давления в соединяющем заряды вращающемся потоке гравитонов.

Напомним классический опыт Бернулли, демонстрирующий влияние динамического давления на горизонтальную пластину в потоке жидкости (рисунок 4.7).

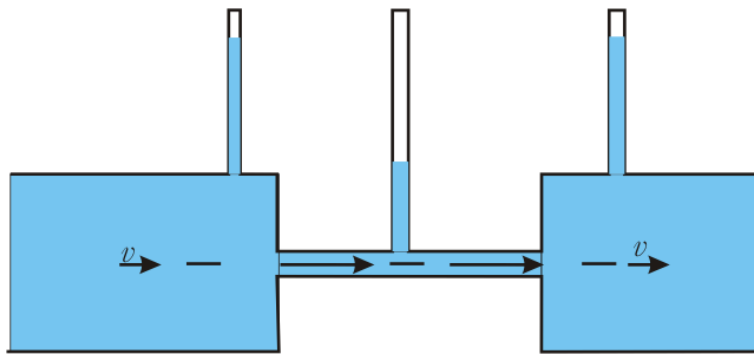


Рис.4.7. Опыт Бернулли

Полное давление p в потоке жидкости складывается из статического $p_{ст}$ и динамического $p_{дин}$ давлений:

$$p = p_{ст} + p_{дин} = p_{ст} + \frac{\rho v^2}{2},$$

где ρ — плотность жидкости, а v — скорость потока.

Опыт Бернулли показывает, что если скорость потока направлена вдоль поверхности пластины, то на нее действует только статическое давление, а поток давления на нее не оказывает. Покажем на примере, что притяжение электрона и позитрона объясняется законом Бернулли.

На рисунке 4.8 электрон (слева) и позитрон (справа) выбрасывают навстречу друг другу потоки гравитонов, закрученные так, как показано на рисунке. Если в точку Э центра масс электрона поместить пластинку перпендикулярно потоку 2, то слева на пластинку будет действовать полное давление окружающей среды гравитонов. Справа от пластинки давление будет уменьшено на величину динамического напора, так как при вращении потока скорость вращения будет параллельна поверхности пластинки. Следовательно, в точке Э будет наблюдаться градиент давления, т.е. сила, перемещающая эту точку вправо, в сторону позитрона.

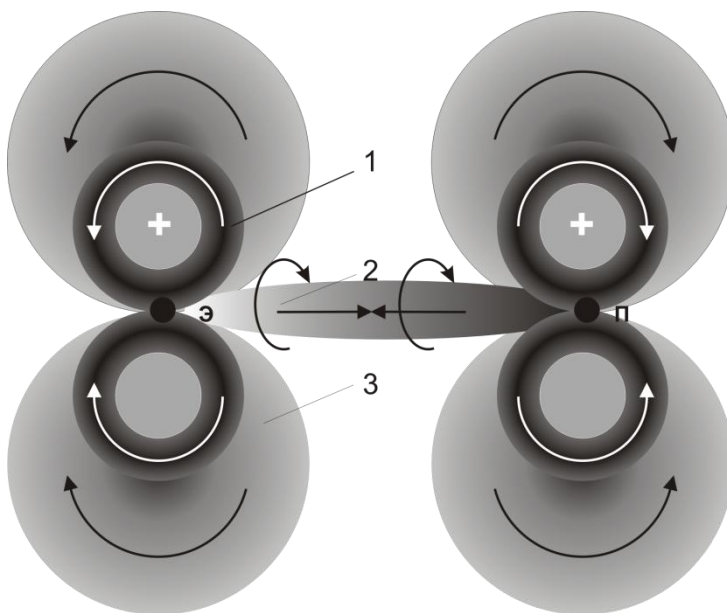


Рис. 4.8. Механизм притяжения электрона к позитрону

Аналогичное рассмотрение приводит к заключению, что в точке П будет также наблюдаться перепад давления, что создаст для позитрона силу притяжения к электрону. Безусловно, данный механизм взаимодействия зарядов можно отнести к обменным механизмам. Заряды обмениваются своими потоками гравитонов. У положительных зарядов испускаемые потоки правовинтовые. Отрицательные заряды испускают левовинтовые потоки. Взаимодействие потоков приводит к тому, что одноименные заряды отталкиваются, а разноименные — притягиваются. Но тонкость моделирования здесь в том, что взаимодействующие объекты обмениваются не просто частицами, а вихревыми потоками частиц. Именно вращение

потоков создает взаимодействие. При этом скорость вращения лучевого потока гравитонов определяется скоростью вращения нейтрино вокруг общей оси, т.е. близка к скорости света. Другими словами, динамическое давление в канале между точками Э и П очень велико. Именно это определяет силу электростатического взаимодействия.

Таким образом, «переносчиком» электромагнитного взаимодействия являются гравитоны — кванты электромагнитного поля. Именно благодаря им в мире поддерживается огромное разнообразие структур вещества. Здесь мы рассмотрим лишь два примера.

Пример 1

В вихревой модели все объекты и их свойства основаны на векторном представлении. У ядра нет центрально-симметричного электрического поля. Нет и проблемы экранировки этого поля, например, одним вращающимся по удаленной орбите электроном в атоме водорода — ведь атом должен быть нейтральным. Атомы образуются при замыкании зарядовых вихревых трубок протонов и электронов. Электрические связи при этом полностью насыщаются.

Конфигурация электронов в атоме повторяет конфигурацию нуклонов ядра. Электроны формируются на вложенных друг в друга семи сферических оболочках. Полная энергия электронов на оболочках постоянна. Электрон вращается вместе с ядром по законам движения твердого тела. Тем самым вопрос о центростремительном ускорении и излучении при этом ускорении снимается.

Для примера на рис.4.9 представлена структурная схема атома кислорода. Ядро находится в точке О, каждый электрон удерживается ядром с помощью зарядовой вихревой трубки, как космонавт соединяется с кораблем с помощью шланга. Зарядовая трубка похожа скорее не на железный стержень, а на резиновый жгут. Вихревая модель покончила с мифом «планетарного атома», с представлением об электронах, свободно вращающихся вокруг ядра по стационарным орбитам.

Электроны $e_1 - e_4$ расположены на оси OZ и находятся в s-состоянии. Они вращаются только вокруг своей оси. Электроны $e_5 - e_8$ находятся в p-состоянии. Они вращаются вокруг оси OZ по орбитам, показанным сплошными линиями. Угловая частота орбитального вращения одинакова для всех электронов на данной оболочке. На указанных орбитах можно разместить еще по одному электрону (e_9 и e_{10}), чтобы оболочка была замкнутой. Отсутствие электронов в оболочке можно рассматривать как «дырки», состояния которых определяется теми же квантовыми числами, что и состояние отсутствующих электронов.

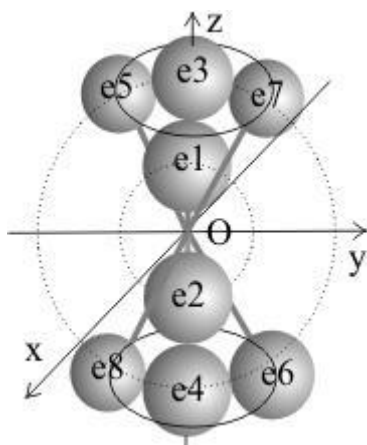


Рис. 4.9. Электронная оболочка атома кислорода

Заметим, что если все электроны на одном "полюсе" атома вращаются в одну сторону, то они притягиваются друг к другу своими полями по механизму сильного взаимодействия. Поэтому энергия связи электронов возрастает по мере заполнения оболочки. Электронные конфигурации инертных газов обладают особой устойчивостью. С этим связана химическая устойчивость этих элементов.

При рекомбинации после замыкания зарядовых вихревых трубок электрон ускоренно движется по направлению к ядру, "падая" на него, как камень на Землю. Аннигилировать протон и электрон не могут, так как при сближении они отталкиваются друг от друга полями присоединенного слоя.

Момент импульса свободного электрона связан с его кинетической энергией $E = M\omega/2$. При ускоренном движении к ядру происходит дополнительная раскрутка нейтринных колец: кинетическая энергия по-

ступательного движения превращается во внутреннюю вращательную энергию. После торможения запасенная электроном энергия вращения нейтринных колец частично или полностью передается пролетающим через них фотонам.

Пример 2

Соединение атомов в молекулу происходит так, что их спины взаимно компенсируются. Следовательно, должны быть силы, которые притягивают друг к другу атомы с противоположными спинами и удерживают их в новом образовании. Такие силы создают внешние электроны атома по механизму сильного взаимодействия.

На рис.4.10 показаны два электрона $e1$ и $e2$ внешней оболочки, например, атома кислорода, между которыми есть промежуток. Спины атомов направлены вверх (наружу от ядра). Если момент приближившегося к этим электронам атома водорода направлен вниз, то вихревые потоки электронов $e1$ и $e2$ (показаны пунктирными стрелками) притягивают к себе соответственно левое и правое кольца электрона атома водорода. В результате атом водорода фокусируется и устанавливается в промежуток между электронами $e1$ и $e2$.

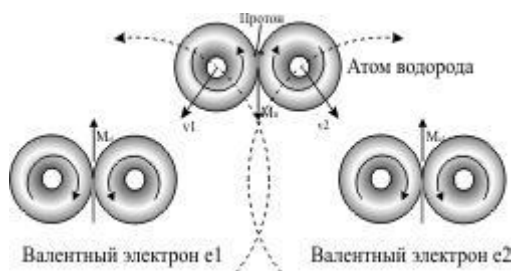


Рис. 4.10. Встраивание атома Н в электронную оболочку

Если вместо атома водорода к электронам $e1$ и $e2$ приблизится другой атом, то в промежуток между электронами установится внешний электрон этого атома. Сам атом будет удерживаться возле кислорода вихревой зарядовой трубкой.

Для примера на рис.4.11 приведена структурная схема молекулы оксида углерода CO_2 .

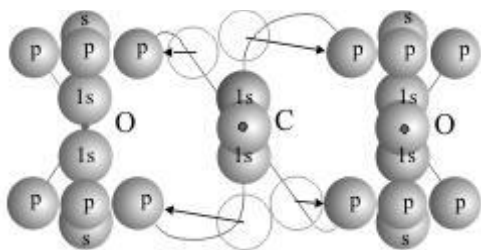


Рис. 4.11. Образование молекулы CO_2

Ушедшие к атомам-акцепторам (атомам кислорода) электроны продолжают удерживаться ядром атома-донора (атома углерода) электростатически, с помощью вихревых зарядовых трубок.

После перехода электронов от донора к акцепторам по конфигурации внешней оболочки углерод стал гелием, а кислород стал неонем. Энергия связи унесена фотонами. Расстояние между молекулами на рисунке оставлены такими, какими они были до перераспределения электронов, чтобы показать исходные позиции частиц. Реально атомы в молекулах упакованы достаточно плотно.

Таким образом, ядра атомов не участвуют в образовании молекул. Электроны не проводят часть времени возле одного ядра, а другую часть времени — возле другого ядра. Электронам не нужна синхронизация с движениями множества других частиц. Электрические связи в нейтральных атомах насыщены. Образование молекул происходит за счет перехода валентных электронов от атома-донора к атому-акцептору силами вихревого взаимодействия. Устойчивость молекул обеспечивается электростатическими связями между атомами с помощью вихревых зарядовых трубок.

4.3. Моделирование взаимодействия фотонов с веществом

При рекомбинации электрон ускоренно «падает» на протон. При этом его нейтринные кольца раскручиваются пропорционально линейной скорости. После остановки электрона его нейтринные кольца продолжают крутиться. Эта энергия проявляется в виде давления электрона на препятствие. Энергия возбужденного состояния электрона передается фотонам и уносится ими в виде излучения.

Рассмотрим подробнее взаимодействие электрона с фотонами. Сейчас общепринято утверждение, что при излучении света фотон «рождается» атомом, а при поглощении света атомом фотон «исчезает». Где в атоме находится фотон до рождения и куда помещается после поглощения, — не уточняется. Но фотоны не умирают. Когда говорят, что фотон отдал всю свою энергию, то это значит только, что фотон обладает только собственной энергией и находится в основном, а не в возбужденном состоянии.

На каждый электрон во Вселенной приходится $\sim 10^9$ фотонов. Поэтому электроны окружены со всех сторон летящими со скоростью света фотонами разной энергии. Электроны для световых фотонов являются препятствием: размеры этих частиц одного порядка. Пусть, например, с электроном в атоме водорода сближается фотон, находящийся в основном состоянии. Фотон движется со скоростью света, догоняет нейтрино электрона и начинает на него давить (рисунок 4.12). Тогда кольцо нейтрино в электроне под действием силы, перпендикулярной плоскости кольца, расширяется.

Эта сила, как показано на рисунке, заставляет тороидальные вихри в каждом поперечном сечении перемещаться в противоположных направлениях в плоскости кольца. Фотонные кольца, наоборот, под действием вихревого потока электрона последовательно друг за другом уменьшают свой размер и проходят через внутреннее отверстие кольца нейтрино (игра вихревых колец).

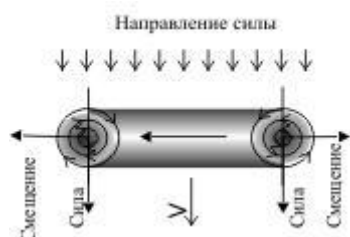


Рис. 4.12. Расширение кольцевого вихря нейтрино в электроне

На рисунке 4.13 справа показан левовинтовой фотон, летящий вдогонку за электроном.

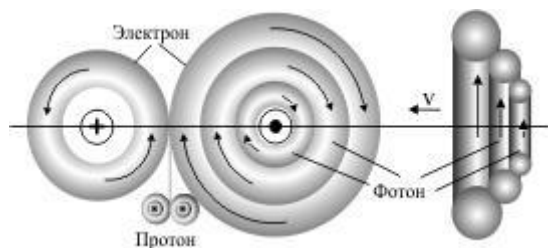


Рис. 4.13. Передача момента от фотона электрону

Правовинтовые фотоны также будут притягиваться к электрону сильным взаимодействием, если только они летят навстречу друг другу. Фотон попадает внутри нейтрино во вращающуюся среду — присоединенный к нейтрино вихрь поля, — вращающийся поток гравитонов. Поле фотона раскручивается в этом вихре полем нейтрино электрона по принципу «от горячего к холодному», т.е. пока их скорости не сравняются. Передается не импульс, а момент импульса, так что фотон увеличивает только свою поперечную энергию. На продольное движение фотона процесс подпитки энергией не влияет.

Оставшуюся энергию электрон может последовательно передавать другим фотонам. Аналогично проходит инверсный процесс возбуждения электрона энергичным фотоном. Таким образом, именно излучение фотонов обеспечивает обмен энергией между частицами вещества. Фотоны являются «переносчиками» тепловой энергии.

4.4. Моделирование дифракции частиц

При анализе дифракции света и частиц мы вынуждены приписывать им до дифракционной решетки квантовые, корпускулярные свойства, а после прохождения решетки — волновые свойства. Вихревая модель позволяет нам оставаться на одной точке зрения. Каждое физическое явление в своей основе механистично, основано на механических свойствах физических объектов. Если бы частицы были бесконечно малыми точками, то дифракции бы не было. Но частицы имеют конечные размеры — именно в этом причина огибания частицами препятствий (рисунок 4.14). Те частицы, которые «вписываются» в размер отверстия, проходят за отверстие по прямой. Если центр масс частицы проходит в отверстие, а край задевает за преграду, то частица разворачивается и уходит за отверстие под углом α к первоначальному направлению. Угол отклонения зависит от энергии частиц в падающем потоке и размера отверстия. Если размер отверстия почти равен размеру частиц, то практически все частицы будут отклонены (за экраном будет наблюдаться «полусферическая волна»). В этом случае угол поворота частицы α может достигать до 90° .

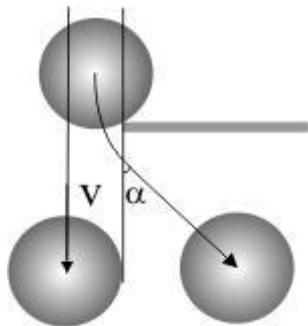


Рис.4.14. Огибание частицами препятствий

Рассмотрим налетающий поток фотонов (или электронов) на отверстие (рис.4.15).

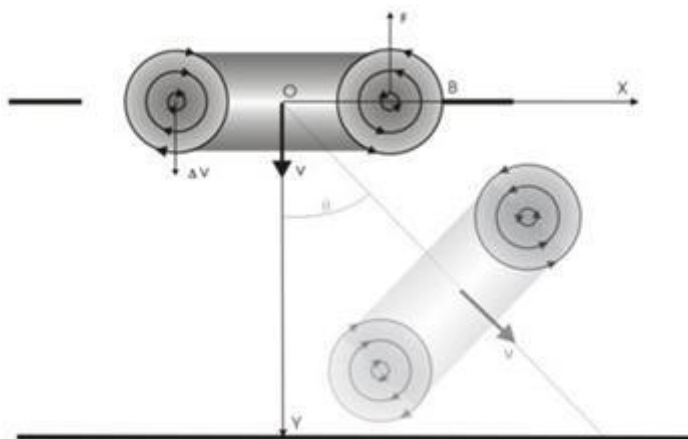


Рис.4.15. Механизм дифракции вихревых частиц

Дифракционная картина возникает при взаимодействии вихря фотона с краем преграды. Как обычно, размер отверстия положим соизмеримым с размером частицы и малым по сравнению с расстоянием от преграды до экрана (на рисунке масштаб не выдержан).

Налетающий фотон имеет направленный импульс p_y . При столкновении с краем преграды под действием силы упругости F вихрь начинает вращаться вокруг точки B , изменяя начальный момент. Положение вихря после прохождения отверстия изображено на рисунке. Момент приобрел составляющую вдоль оси Ox и стал равным p . По закону сохранения момента импульса скорость изменения момента M равна моменту действующих сил:

$$\frac{\partial \vec{M}}{\partial t} = \vec{N} = [\vec{D} \times \vec{F}].$$

где \vec{D} — диаметр кольцевой оси фотонного вихря. Перепишем уравнение в виде $\Delta M = D \cdot F \cdot \Delta t = D \cdot \Delta p = D \cdot p_x$.

Изменение момента обусловлено изменением импульса частицы. Импульс p_y мы считаем неизменным, а изменение импульса состоит в добавке составляющей p_x . Но момент фотонного вихря квантуется: $\Delta M = \hbar m$ ($m = 1, 2, \dots$), а $p_x = p \sin \theta$. Окончательно запишем условие бокового максимума

$$\sin \theta = \frac{\hbar m}{D p},$$

где $m = 1, 2, \dots$, p — продольный импульс частицы, D — диаметр тора. Данное выражение можно записать и в волновом виде, учитывая, что $\lambda = 2\pi\hbar/p$:

$$\sin \theta = \frac{\lambda m}{2\pi D}.$$

Дифракция частиц обусловлена квантованием их момента при взаимодействии с краями преграды.

4.5. Моделирование слабого взаимодействия

В слабом взаимодействии участвуют все фундаментальные фермионы (лептоны и кварки). Это единственное взаимодействие, в котором участвуют нейтрино. Слабое взаимодействие позволяет лептонам, кваркам и их античастицам обмениваться энергией, массой, электрическим зарядом и квантовыми числами — то есть превращаться друг в друга.

Для примера составим вихревую модель короткоживущего нейтрального $\overline{K^0}$ -мезона, распад которого обусловлен слабым взаимодействием. С большой вероятностью (69%) он распадается на π^\pm -мезоны. Время жизни составляет $1 \cdot 10^{-10}$ с, а масса 497,8 Мэв ($974,7 m_e$). Согласно кварковой модели $\overline{K^0}$ -мезон содержит d-кварк и s-антикварк. Следовательно, и вихревая модель должна содержать две частицы. Скорее всего, это должны быть s-кварк и \bar{s} -кварк, как показано на рисунке 4.16.

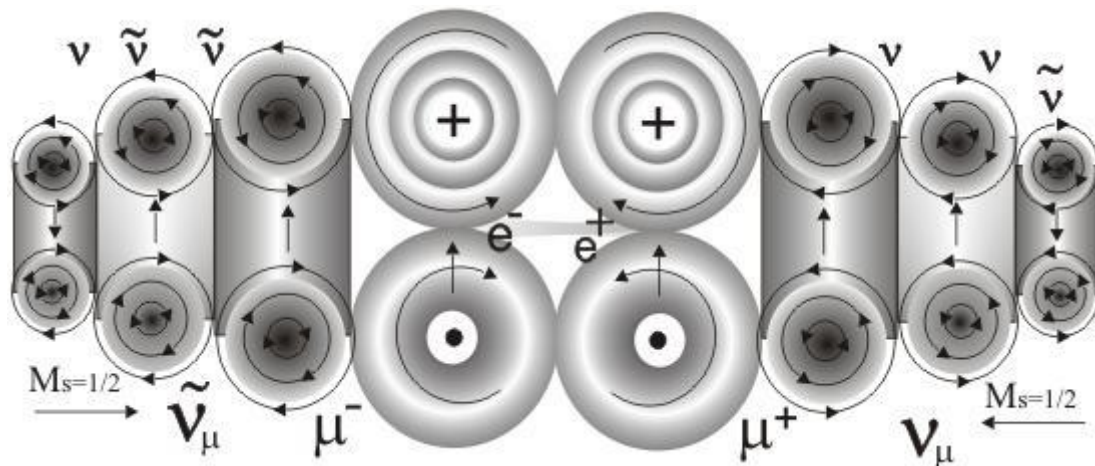


Рис. 4.16. Нейтральный $\overline{K^0}$ -мезон

Анализ схемы распада позволяет представить нейтральный $\overline{K^0}$ -мезон в виде связанных электростатически π^+ -мезона и π^- -мезона (на рис. 4.16 справа и слева соответственно). На энергию связи двух пионов в $\overline{K^0}$ -мезоне приходится

$$E_{св} = (2 \cdot 279,14) - 497,8 = 218,66 \text{ Мэв.}$$

На рисунке хорошо видна природа метастабильных частиц. Направления тороидальных вращений мюонов противоположны. Вихри присоединенных слоев гравитонов отталкивают мюоны друг от друга (сильное взаимодействие). Притягиваются они друг к другу электромагнитным взаимодействием (e^-e^+) и встречным давлением мезонов друг на друга за счет сил инерции. Этим поддерживается стабильность $\overline{K^0}$ -мезона. Но окружающие нейтрино и фотоны уносят энергию мезонов по описанному выше механизму. Напор частиц друг на друга ослабевает. Притяжение становится слабее, чем отталкивание. Электрических сил хватило бы для удержания одиночных электронов, но не для тяжелых пионов. Энергия связи показывает пороговое значение энергии мезонов, ниже которого наступает их расталкивание, распад $\overline{K^0}$ -мезона.

Увеличить время жизни метастабильных составных частиц можно несколькими способами. Можно увеличить начальную энергию, работая, например, с космическими лучами. Тогда процесс диссипации займет большее время. Можно частицу сдавливать внешними механическими силами, которые бы превы-

шали силы расталкивания. Так природа поступила с нейтронами, поместив их вместе с протонами в плотно упакованные ядра атомов (см. рисунок 4.3).

Таким образом, в вихревой модели для слабого взаимодействия не нужны специфические «переносчики» взаимодействия. Физическая сущность слабого взаимодействия заключается в балансе сил притяжения и сил отталкивания. Как и во всех других случаях взаимодействия частиц, эти явления обеспечиваются потоками квантов электромагнитного поля — гравитонами.

4.6. Моделирование гравитационного взаимодействия

Сегодня нет ответа на вопрос, почему тела притягиваются, нет физической модели гравитационного поля. Между тем, астрономические наблюдения и практические расчеты в области движения небесных светил существуют более 2000 лет со времен египетских фараонов. Но и Птоломей, и Ньютон, и Эйнштейн по поводу причин гравитации «гипотез не измышляли».

Система Птолемея

«Квантование» и «искривление пространства» было начато еще Клавдием Птолемеем (70—147 гг.) в его сочинении «Альмагест». Геоцентрическая модель Птолемея представляла собой восемь хрустальных небесных сфер, окружающих Землю (рисунок 4.17).

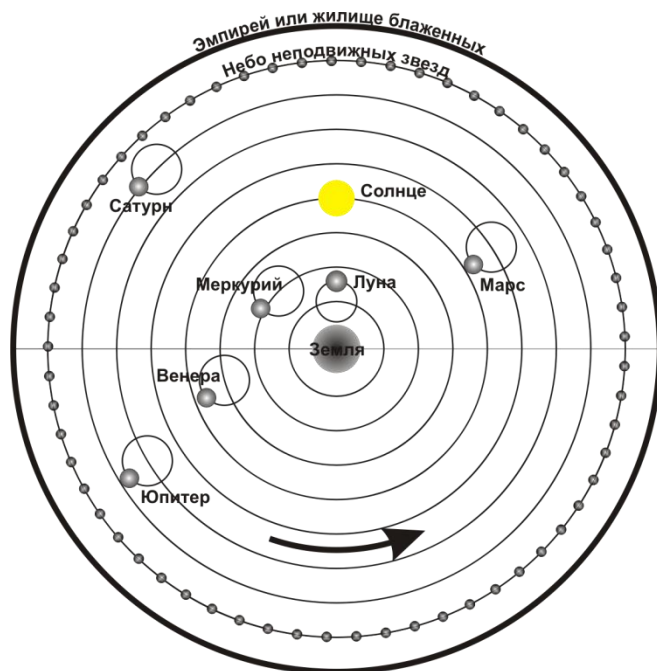


Рис. 4.17. Деференты и эпициклы Птолемея

Все планеты равномерно движутся по особым кругам, названным *эпициклами*. Центр каждого эпицикла в то же время равномерно скользит по окружности другого, гораздо большего круга, названного *деферентом* — кругом, обращающим эпицикл вокруг Земли. Земля занимает несколько эксцентрическое положение внутри деферента, а все плоскости деферентов проходят через центр Земли и наклонены друг к другу под различными углами, равно как и плоскости эпициклов к соответствующим деферентам. За небом неподвижных звезд средневековые богословы помещали эмпирей или «жилище блаженных» — место-пребывание бога, ангелов и прочих «небожителей».

Сущность всей системы Птолемея заключается в допущении, что круговую орбиту около Земли описывает не сама планета, а центр эпицикла, по которому движется планета. Говоря сегодняшними словами, квантованное пространство Птолемея (хрустальные сферы, деференты) вращается вокруг Земли. Массы планет в каждом деференте искривляют вблизи себя планетное пространство таким образом, что геодезические линии замыкаются в эпициклы. Все планеты движутся в искривленном пространстве по инерции по геодезическим линиям, так что движение планет определяется геометрией пространства. Геометрия про-

странства влияет на планеты, а планеты влияют на геометрию пространства. Небесные тела, будучи совершенными, движутся по круговым орбитам в силу своего совершенства, поскольку окружность — это идеальная геометрическая фигура.

Возможно, что Птоломей не принимал эпициклы за реально существующие круги, а приписывал им только геометрическое значение, не касаясь вопроса об их истинной природе. Но в средние века, вплоть до XVI в., сочинение Птолемея считалось своего рода астрономическим евангелием. На всю его схему смотрели как на подлинное выражение действительности (рисунок 4.18).



Рис. 4.18. Небесные сферы Птолемея

Тихо Браге заслуженно гордился тем, что ему впервые удалось «разбить небесные сферы». Установив, что кометные орбиты далеко простираются за орбиту Луны и даже Венеры, он тем самым справедливо считал доказанным невозможность существования твердых прозрачных сфер. Отбросить эпициклы не решался даже Коперник, так как он не сумел отказаться от принципа равномерного кругового движения для небесных тел. По существу система Коперника была теорией эпициклов, переработанной на новой, гелиоцентрической основе. Окончательно же покончил с системой Птолемея Иоганн Кеплер, сформулировав в 1609 г. свои законы.

Классическая теория тяготения Ньютона

При Птолемеи яблоки, как и сейчас, падали на Землю под действием силы тяжести. Но считалось, что есть земная гравитация, действующая на несовершенной Земле, и есть гравитация небесная, действующая на совершенных небесах. Ни Птоломей, ни его последователи не могли ответить на вопрос, что именно заставляет планету обращаться по эпициклам вокруг совершенно пустого места? К тому же каждая планета в течение суток должна вместе со всеми звездами совершать оборот вокруг Земли. В 1687 г. Исаак Ньютон объединил эти два типа гравитации. С этого момента искусственное разделение Земли и остальной Вселенной прекратило свое существование.

Ньютон сформулировал свои законы для объективно существующих абсолютного пространства и неизменного течения времени. Он писал: "Абсолютное пространство, по своей собственной природе независимое от всякого отношения к внешним предметам, остается неизменным и неподвижным". Пространство представлялось ему как некая бесконечная "сцена", на которой разыгрываются "события", никак не влияющие на эту "сцену". А представление о времени Ньютон считал очевидным: "Абсолютное, истинное, математическое время, взятое само по себе, без отношения к какому-нибудь телу, протекает единообразно, соответственно своей собственной природе".

Закон всемирного тяготения Ньютона гласит, что сила гравитационного притяжения между двумя материальными точками массы m_1 и m_2 , разделёнными расстоянием r , пропорциональна обеим массам и обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними:

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2},$$

Здесь G — гравитационная постоянная, равная $6,67 \cdot 10^{-11} \text{ м}^3/(\text{кг с}^2)$.

В ньютоновской теории каждое массивное тело порождает потенциальное гравитационное поле притяжения к этому телу. Гравитационный потенциал для материальной точки с массой m определяется формулой:

$$\varphi(r) = -G \frac{M}{r}.$$

В общем случае, когда плотность вещества ρ распределена произвольно, $\varphi(r)$ удовлетворяет уравнению Пуассона:

$$\Delta\varphi = -4\pi G\rho.$$

Решение этого уравнения записывается в виде:

$$\varphi = -G \int \frac{\rho dV}{r} + C, \quad (\text{a})$$

где r — расстояние между элементом объёма dV и точкой, в которой определяется потенциал φ , C — произвольная постоянная.

Сила притяжения, действующая в гравитационном поле на материальную точку с массой m , связана с потенциалом формулой:

$$F(r) = -m\nabla\varphi(r). \quad (\text{b})$$

По существу ньютоновская модель тяготения чисто математическая, без какого-либо физического содержания. Ньютон даже не ставит вопрос о причинах тяготения тел. Но главная трудность ньютоновской теории — необъяснимое *дальнодействие*: непонятно, как сила притяжения передается бесконечно быстро через совершенно пустое пространство. Кроме того, если Вселенная евклидова и бесконечна, то при ненулевой средней плотности вещества в ней возникает гравитационный парадокс.

Сущность парадокса сводится к следующему. Если при $r \rightarrow \infty$, ρ убывает быстрее, чем r^{-2} , то интеграл (a) сходится и потенциал можно определить. Если с увеличением расстояния плотность ρ спадает медленнее, чем r^{-2} (например, для однородного распределения материи $\rho = \text{const}$), интеграл (a) расходится. Гравитационное ускорение, создаваемое тяготением вещества, находим из (b): $a = -\nabla\varphi(r)$ может принимать любые, в том числе и бесконечные, значения в зависимости от способа интегрирования. Если при $r \rightarrow \infty$ плотность ρ спадает медленнее, чем r^{-1} , то ускорение неопределенно.

Парадокс является проявлением ограниченности применимости ньютоновской теории тяготения. Эта теория неприменима для сильных гравитационных полей и, в частности, при распределениях бесконечного количества вещества в бесконечном пространстве. В этих случаях необходимо использовать релятивистскую теорию тяготения — общую теорию относительности Эйнштейна, свободную от парадоксов.

Но вопрос об устойчивости бесконечной Вселенной с однородной плотностью материи А. Эйнштейн разрешил в ОТО лишь введением космологической постоянной. В переводе на язык вихревой модели это означает введение принципов динамического равновесия. Вещество (по общей терминологии — материя) стягивает Вселенную в комок, а праматерия растягивает ее. Поэтому размеры Галактик поддерживаются неизменными, а промежутки между ними увеличиваются.

Общая теория относительности

Большинство людей убеждены, что в общей теории относительности (ОТО) А. Эйнштейн исследовал гравитационные поля (поля тяготения). Однако это не совсем так. Эйнштейн в 1915 г. принял в качестве постулата аналогию между гравитационными полями и неинерциальными системами отсчета (принцип эквивалентности). Эйнштейн рассказывал, что самой удачной идеей в его жизни была мысль о том, что «персона, летящая с крыши, не испытывает действия никаких сил!».

На основе принципа эквивалентности инертной массы и пассивной гравитационной массы Эйнштейн выдвинул предположение, что в искривленном псевдоевклидовом пространстве-времени любые частицы движутся по геодезическим линиям. Это соответствует движению с постоянной скоростью по трехмерной прямой траектории, то есть инерциальному движению.

Второе предположение Эйнштейна состояло в том, что пространство-время обладает определенной упругостью, а вложенные в пространство тела стремятся искривить его. При полном отсутствии вещества в настоящее время и в прошлом имеет место плоское (псевдоевклидово) пространство-время специальной теории относительности. С плотностью материи связана определенная комбинация величин, характеризующих кривизну пространства-времени. В общей теории относительности источником гравитацион-

ного поля является тензор энергии-импульса, содержащий десять различных компонент, связывающих кривизну поля со свойствами вещества.

В теории относительности появился новый инвариантный элемент 4-мерного пространства-времени — *интервал*. В неинерциальной системе отсчета квадрат интервала является квадратичной формой общего вида от дифференциалов координат:

$$-ds^2 = g_{ik} dx_i dx_k,$$

где g_{ik} — некоторые функции пространственных координат x_1, x_2, x_3 и временной координаты x_0 , определяющие метрику пространства-времени. В общем случае этот *метрический тензор* имеет десять различных величин g_{ik} и полностью определяется локальным гравитационным полем. Поэтому говорят о *кривизне пространства-времени*, как бы придавая пространству статус физического объекта. Тогда физическая сущность тяготения выражается в изменении геометрических свойств, в искривлении неевклидова 4-мерного пространства-времени около массивных тел, создающих поле тяготения. Компоненты метрического тензора должны удовлетворять уравнениям гравитационного поля:

$$R_{ik} - \frac{1}{2} g_{ik} R = (8\pi G/c^4) T_{ik},$$

где R_{ik} — тензор кривизны, $R = g^{ik} R_{ik}$, а источником кривизны является T_{ik} — тензор энергии-импульса.

Решением этого уравнения вне центрально-симметричного тела массы m служит выражение:

$$ds^2 = \left(c^2 - \frac{2Gm}{r} \right) dt^2 - r^2 (\sin^2 \vartheta d\varphi^2 + d\vartheta^2 - \frac{dr^2}{1-2Gm/c^2r}),$$

где r, ϑ, φ — сферические координаты.

Эта метрика мало отличается от галилеевой при $r \gg r_0 = 2Gm/c^2$, т.е. на расстояниях, много больших *гравитационного радиуса* массивного тела.

При учете расширяющейся праматерии в уравнения поля нужно ввести космологическую постоянную Λ :

$$R_{ik} - \frac{1}{2} g_{ik} R + \Lambda g_{ik} = (8\pi G/c^4) T_{ik}.$$

ОТО — это теория геометрии пространства-времени. Гравитационное поле отождествляется с метрическим. Существенно, что пространство в ОТО — классическое, непрерывное. Но где описан механизм, с помощью которого активная гравитационная масса искривляет вокруг себя пространство? И как измерить кривизну пространства?

Четырехмерное пространство-время — это всего лишь свойство материальных тел двигаться в определенном направлении и изменяться с определенной скоростью. Пространство и время не реальности, существующие сами по себе, а феномены, вытекающие из существования других реальностей. «Пространство относительно и мыслится как отношения между материальными объектами, как порядок размещения тел» (Лейбниц). Пространство — не физический объект, оно не может искривляться или квантоваться, квантуется материальный мир — монады Лейбница в виде вихрей Декарта. При исчислении времени происходит сравнение одной постоянной скорости с другими.

Сам Альберт Эйнштейн говорил: «Если раньше думали, что если из Вселенной извлечь материю — пространство и время останутся, теперь же с появлением теории относительности, считают, что без материи времени и пространства нет». Геометрия пространства указывает материи, какие свойства она должна иметь, а материя указывает пространству-времени, как оно должно быть искривлено. Пока мы говорим, что источником гравитационного поля является тензор энергии-импульса и получаем соответствующий метрический тензор, все идет хорошо. Но когда нас интересует причина притяжения тел, то ответа в ОТО на этот вопрос нет. Ответ пытались найти в квантовой гравитации.

Квантовая гравитация

Сегодня теоретическая физика пытается ответить на такие вопросы:

- Можно ли квантовую механику и общую теорию относительности объединить в единую самосогласованную теорию?
- Является ли пространство-время принципиально непрерывным или дискретным?

- Будет ли самосогласованная теория использовать гипотетический гравитон или она будет полностью продуктом дискретной структуры пространства-времени (как в петлевой квантовой гравитации)?

При отождествлении тяготения с метрикой пространства-времени возникают принципиальные трудности с квантованием этой метрики. Теории квантовой гравитации должны были объединить общую теорию относительности с квантовой электродинамикой, т.е. «большое» с «малым». Но о несогласованности этих теорий еще в 1936 г. говорил в своей докторской диссертации М.П. Бронштейн [X]:

«Принципиальное различие между квантовой электродинамикой и квантовой теорией гравитационного поля заключается в том, что в формальной квантовой электродинамике, не учитывающей структуры элементарного заряда, нет никаких принципиальных причин, ограничивающих увеличение плотности ρ . При достаточно большой плотности заряда пробного тела точность измерения компонент электрического поля может быть сделана какой угодно. В природе, вероятно, существуют принципиальные ограничения плотности электрического заряда (не больше одного элементарного заряда на объем с линейными размерами порядка классического электронного радиуса). Однако эти ограничения не учитываются формальной квантовой электродинамикой. Вследствие этого она может без противоречий рассматривать измерения электромагнитных величин как «предсказуемые».

Не то — в квантовой теории гравитационного поля. Она должна считаться с ограничением, вытекающим из того, что гравитационный радиус пробного тела...не может превосходить его действительных размеров...так что

$$\Delta[00,1] > h^{2/3} G^{2/3} / cTV^{4/9},$$

где T — промежуток времени, V — объем области измерения поля.

Величина, стоящая в правой части этого неравенства, представляет абсолютный минимум неопределенности при измерении компонент напряженности силы тяжести, который невозможно превзойти введением целесообразно выбранного измерительного прибора... Аналогичный результат сохранится и в более точной теории, так как он несколько сам по себе не вытекает из принципа суперпозиции. Он соответствует лишь тому факту, что в общей теории относительности не может существовать тел сколь угодно большой массы при заданном объеме. В электродинамике нет никакой аналогии этому факту (и именно вследствие того, что в ней имеет место принцип суперпозиции). Вот почему квантовая электродинамика возможна без внутренних противоречий.

В теории же гравитационных волн это внутреннее противоречие никак не может быть обойдено. Мы можем считать измерения величин гравитационного поля «предсказуемыми» лишь в том случае, если ограничимся рассмотрением больших объемов и промежутков времени.

Устранение связанных с этим логических противоречий требует радикальной перестройки теории и, в частности, отказа от римановой геометрии, оперирующей, как мы здесь видим, принципиально ненаблюдаемыми величинами — а, может быть, и отказа от обычных представлений о пространстве и времени и замены их какими-то гораздо более глубокими и лишенными наглядности понятиями. *Wer's nicht glaubt, bezahlt einen Thaler.*»

Вихревая модель

Неудачи квантовой гравитации обусловлены, прежде всего, отсутствием физической модели явления. В вихревой модели квантовая хромодинамика, квантовая электродинамика и квантовая гравитация — это одна и та же теория поля с квантами-гравитонами в роли переносчиков взаимодействий. Объединяются эти дисциплины единым механизмом действия: присоединенный слой гравитонов обеспечивает все виды взаимодействий между объектами вещества, в том числе гравитационные. Вихревая модель наполняет материей абстрактное пространство ОТО Эйнштейна и отказывается от метода аналогий. Ведь в основе ОТО лежит принцип эквивалентности, по которому невозможно действие гравитационного поля отличить от постоянного ускорения, с которым движется наблюдатель.

Прежде всего выясним, откуда берется радиальная сила, действующая на тело массы m , брошенное вертикально вверх со скоростью v_0 .

При движении вверх тело взаимодействует с гравитационным полем Земли как реальным материальным объектом. Тело совершает отрицательную работу против силы mg , уменьшая свою кинетическую

энергию на $\frac{mv_0^2}{2} = mgh$. Поле выполняет положительную работу, действуя силой $(-mg)$ на перемещающееся вверх тело. При этом поле увеличивает свою потенциальную энергию на mgh . Таким образом, гравитационное поле получает от тела при его подъеме энергию, способную вернуть телу при свободном падении исходную кинетическую энергию $\frac{mv_0^2}{2}$. Аккумуляция энергии полем производится за счет натяжения его упругих элементов. Искривление этих элементов осуществляет тело.

Земной шар окружен сферическим слоем стационарной несжимаемой гравитонной жидкости с постоянной плотностью ρ . Этот слой составлен замкнутыми на Землю потоками векторного потенциала элементарных частиц и простирается далеко за орбиту Луны. Выше мы рассмотрели, что составные частицы (протон, рисунок 2.18) выносят часть потока векторного потенциала — превышение над собственным значением — наружу составного фрагмента, образуя «присоединенный слой гравитонов». Этот слой обеспечивает сильное, электромагнитное и гравитационное взаимодействия вещества.

В приповерхностном слое Земли траектории потоков гравитонов сильно искривлены (условно показаны на рисунке 4.19). Интенсивность потоков убывает с расстоянием, так что имеется вертикальный градиент.

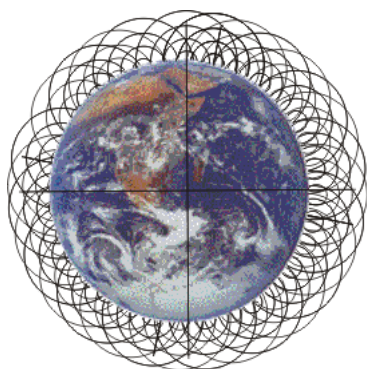


Рис. 4.19. Траектории потоков гравитонов у поверхности Земли

Плавные траектории каждого потока можно заменить на П-образные без существенных потерь для понимания существа дела. Тогда у поверхности будут существовать только вертикальные и горизонтальные направленные потоки гравитонов. Сама Земля погружена в гравитонную среду, в которой гравитоны движутся во всех направлениях со световой скоростью, создавая тем самым фоновое давление.

Графически эта зависимость показана на рисунке 4.20.

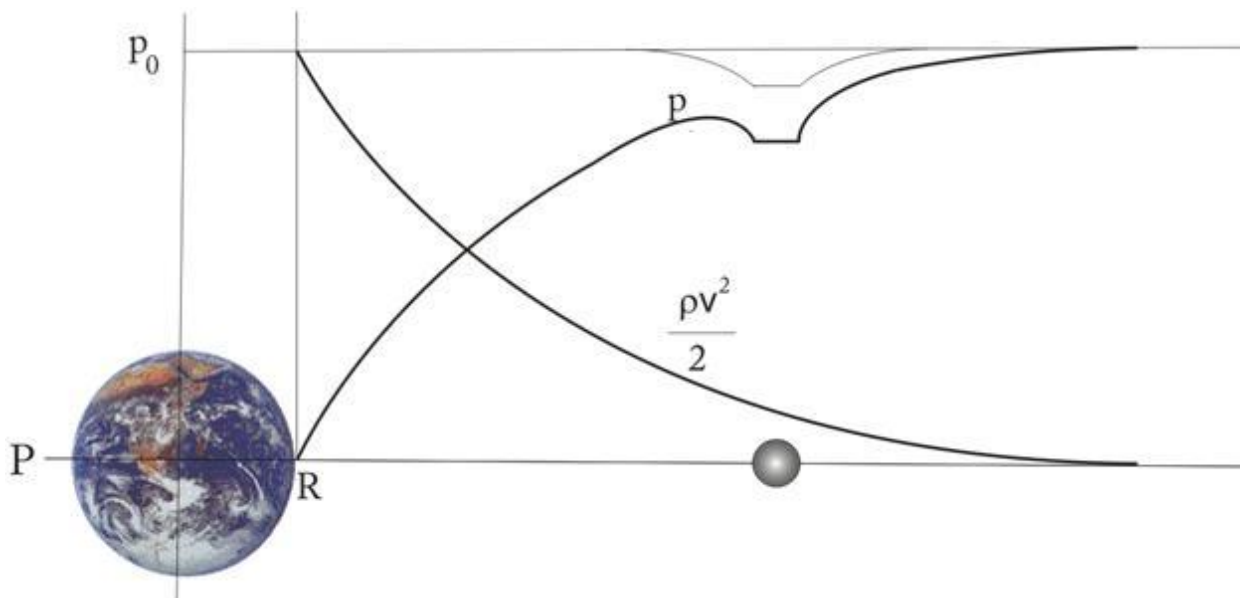


Рис.4.20. Давление гравитонов в приземном слое

Статическое давление p по высоте будет определяться по формуле:

$$p = p_0 - \frac{\rho \bar{v}^2}{2}.$$

Такую ситуацию мы уже рассматривали в п.4.2. На рисунке 4.7 приведена схема опыта Бернулли, соответствующая обсуждаемым условиям вблизи Земли. Статическое давление складывается из полного давления «межпланетной» гравитонной среды p_0 и динамического давления потока гравитонов $\frac{\rho \bar{v}^2}{2}$. На горизонтально расположенную пластинку горизонтальный поток не действует. На рисунке справа помещено второе тело (например, Луна). Если бы Луна была изолированной от других тел, то давление в ее окрестности изображалось бы графиком вверху рисунка. Наложение полей Земли и Луны приводит к «ямке» на результирующей кривой p . Сила есть градиент давления. Из рисунка видно, что сила тяжести на обеих сторонах Луны одинакова и не зависит от того, является или нет она спутником Земли.

На рисунке 4.21 условно показано изменение давления по высоте для Земли и для Луны. На самом деле их поля перекрываются, простираясь на большие расстояния.

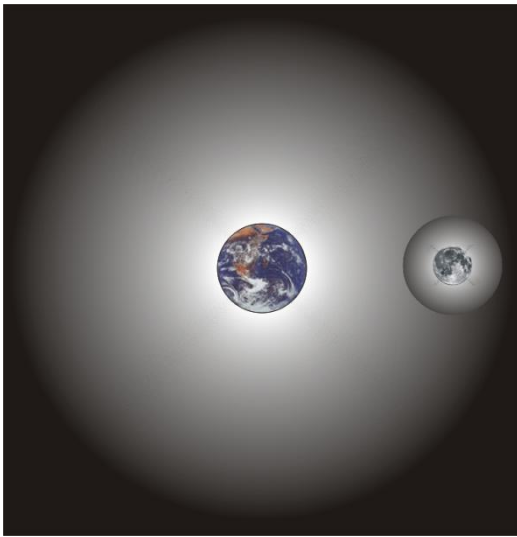


Рис. 4.21. Гравитационные поля Земли и Луны

Земля и Луна погружены в среду релятивистских гравитонов, движущихся во всех направлениях со световой скоростью. Давление в невозмущенной среде гравитонов одинаково во всех направлениях. Вокруг Земли и Луны, как и вокруг каждого массивного тела, образуются потоки их собственных гравитонов. Горизонтальная составляющая этих потоков создает динамическое давление, за счет чего статическое давление вблизи тел уменьшается (на рисунке «разрежение» более светлое). Таким образом, источником силы тяготения является межпланетная среда гравитонов (электромагнитное поле или «темная материя»). «Сила тяготения» есть радиальный градиент давления окружающей среды.

В связи с проведенным анализом мы видим, что частое утверждение о том, что «тела притягиваются друг к другу» не имеет под собой никаких оснований. Правильнее было бы говорить о том, что каждое массивное тело создает вокруг себя гравитационное поле. При этом под гравитационным полем надо понимать область заметного уменьшения нормального давления окружающей гравитонной среды (область «разрежения»). Это «разрежение» создается за счет тангенциальных потоков собственных гравитонов.

В данной поправке заключается принципиальное различие между гравитационным и электрическим взаимодействиями. Электрическое взаимодействие осуществляется между зарядами. Гравитационное взаимодействие осуществляется со средой. Поэтому частое сравнение электростатической силы отталкивания и гравитационной силы притяжения двух электронов является некорректным.

«Вихревая» гравитация в какой-то мере напоминает механизм «Теневого гравитации», предложенный в 1690 г. Фатио и в 1756 г. Лесажем (Le Sage). В вихревой модели тела также не притягиваются, а «придавливаются» друг к другу внешним по отношению к ним давлением межпланетной гравитонной среды.

Возвратимся к началу этого раздела. Против каких сил совершает работу тело, брошенное вертикально вверх? Ответ однозначен: против сил давления межпланетной гравитонной среды. А что заставляет

тело вновь опуститься на Землю? На тело действует сила (градиент давления) со стороны межпланетной гравитонной среды.

Если нарисованная картина полностью соответствует действительности, то описывать гравитацию можно известными математическими методами. Ограничимся представлением физической модели механизма тяготения в нерелятивистском стационарном случае при постоянной плотности сплошной среды.

Запишем уравнение движения Навье-Стокса для единичного объема сплошной среды приземного слоя поля [8]:

$$\rho \frac{d\vec{v}}{dt} = \rho \left(\frac{\partial \vec{v}}{\partial t} + (\vec{v} \cdot \nabla) \vec{v} \right) = -\nabla p + \eta \Delta \vec{v} + \vec{f}. \quad (4.1)$$

Справа записаны плотности сил, действующих на единичный объем: градиент статического давления, сдвиговые силы вязкости и внешние силы.

Так как мы рассматриваем усредненную по всем микродвижениям стационарную жидкость, то можем пренебречь вязкостью. Если внешних сил нет, то сразу получим силу, действующую на единицу массы:

$$-\frac{\nabla p}{\rho} = \frac{1}{2} \nabla \vec{v}^2. \quad (4.2)$$

Перепишем (4.2) в виде

$$\frac{1}{\rho} \nabla \left(p + \frac{\rho \vec{v}^2}{2} \right) = 0. \quad (4.3)$$

В скобках стоит сумма статического давления p и плотности кинетической энергии частиц слоя жидкости (гравитонов). Интегрируя (4.3), получим выражение для статического давления:

$$p = p_0 - \frac{\rho \vec{v}^2}{2}, \quad (4.4)$$

где p_0 — полное давление. Оно складывается из статического и динамического давлений. Давление p_0 равно статическому давлению в «невозмущенной» жидкости.

На рисунке 4.18 показано искривление кривой зависимости приземного статического давления $p(r)$ из-за внесения тела (например, Луны) в поле Земли. На верхнем графике показана зависимость давления гравитонов вокруг «изолированной» Луны.

Гравитационное притяжение обусловлено градиентом статического давления, а не абсолютным его значением. Поэтому пробное тело притягивается только к одному силовому центру. Сила тяготения на обеих сторонах Луны одинакова. Для гравитационных полей несправедлив принцип суперпозиции.

Из рисунка видно, что упругим элементом гравитационного поля является не «пространство-время» само по себе, а статическое давление гравитонного газа, заполняющего это пространство. Газ стремится выпрямить «искривление» — заполнить ямку, образованную телом, — и сдвигает тело в сторону меньшего давления.

Электромагнитные и гравитационные силы возникают благодаря градиентам плотности энергии гравитонов в месте расположения тел. При взаимодействии электрона и протона градиент плотности энергии создается за счет наложения вращающихся потоков гравитонов в зарядовых трубках. Радиальный градиент статического давления гравитонов у планеты Земля создается за счет азимутальных (горизонтальных) потоков гравитонов. Они создают «динамическое» давление, которое не передается в радиальном направлении.

Радиальную зависимость плотности энергии приземного вихря выразим следующим образом:

$$\frac{\rho v^2}{2} = \frac{\rho V^2 R}{2 r}, \quad (4.5)$$

где V — граничная скорость гравитонов, а R — радиус Земли.

Тогда из (4.2) сразу получим силу, действующую на единичный объем в слое. Она пропорциональна радиусу Земли R и граничной плотности энергии в слое:

$$-\nabla p = \frac{\partial}{\partial r} \left(\frac{\rho v^2}{2} \right) = -\frac{\rho V^2 R}{2 r^2} \quad (4.6)$$

На единицу массы слоя действует сила:

$$-\frac{\nabla p}{\rho} = \frac{1}{2} \frac{\partial v^2}{\partial r} = -V^2 R \frac{1}{2 r^2}. \quad (4.7)$$

Знак минус показывает, что направление силы противоположно направлению радиуса. Выражение не содержит значения массы, — движение всех тел одинаково.

Сила притяжения к Земле массы m :

$$F = -\frac{m V^2 R}{2 r^2}. \quad (4.8)$$

При $r=R$ сила притяжения равна mg . Отсюда можно найти значение V :

$$V = \sqrt{2Rg} = \sqrt{2 \cdot 6,4 \cdot 10^6 \cdot 9,81} = 11,2 \text{ км/с.}$$

Это значение совпадает со скоростью освобождения (второй космической скоростью).

Выражение для плотности энергии в (4.5) играет роль ньютоновского потенциала. Его решение находят из уравнения Пуассона:

$$\Phi = -G \frac{m}{r}.$$

Величина $V^2 R/2$ пропорциональна массе источника гравитации. Теперь можно написать (4.8) в привычном виде, как у Ньютона:

$$\vec{F} = G \frac{Mm}{r^3} \vec{r}.$$

Таким образом, гравитационное поле — это присоединенный к телу слой гравитонов с повышенной энергией. Процессы, происходящие в этом слое, принципиально одинаковы как для частиц, так и для планет или звезд.

Выше мы рассмотрели гравитонное поле неподвижного космического тела. Заметим, что если слой вращается вокруг Земли, то это фиксируется нами как магнитное поле. Луна и Венера не вращаются, — магнитного поля у них нет. Мы покажем детали другого эффекта, связанного с вращением: стремлением всех планет Солнечной системы разместиться в экваториальной плоскости Солнца.

Рассмотрим модель Солнца, вращающегося в безграничной среде поля (рисунок 4.22). Линейная скорость точек на поверхности равна $v_0 \sin\theta$.

В системе координат, связанной с Солнцем, поток вращается по окружностям вокруг шара. Циркуляция при обходе вокруг оси вращения шара не равна нулю, но $\text{rot } \mathbf{v}$ в жидкости остается нулем. Для кругового пути с центром, совпадающим с центром шара, криволинейный интеграл от скорости равен

$$\oint \vec{v} \cdot d\vec{s} = 2\pi r \sin\theta \cdot v.$$

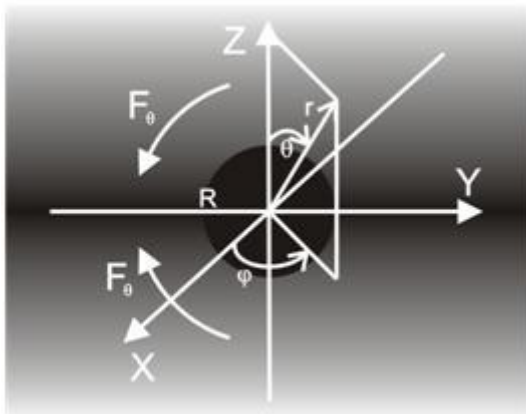


Рис.4.22. Вращающийся шар в безграничной жидкости

Для безвихревого потока интеграл не должен зависеть от r . Обозначая его через постоянную $C(\theta)$, получим

$$v = \frac{C(\theta)}{2\pi r \sin\theta}.$$

В частности, на поверхности тела

$$V \sin\theta = \frac{C(\theta)}{2\pi R \sin\theta}, \quad C(\theta) = 2\pi R V \sin^2\theta.$$

Окончательно выражение для скорости в сферических координатах:

$$v = V \sin\theta \frac{R}{r},$$

где V — линейная скорость вращающегося потока на экваторе.

Перепишем теперь еще раз уравнение Навье-Стокса для силы, действующей на единичный объем на сферической поверхности с радиусом r :

$$\left(-\frac{\nabla p}{\rho}\right)_\theta = \frac{1}{2} (\nabla v^2)_\theta = \frac{1}{2r} \frac{\partial (v^2)}{\partial \theta} = \frac{V^2 R^2 \sin 2\theta}{2 r^3}.$$

Это сила на единицу массы. Она направлена к экваториальной плоскости. На планету массы m будет действовать сила в m раз большая.

4.7. Моделирование формирования космических объектов

В предыдущих разделах работы рассмотрены детали и механизмы образования и функционирования электромагнитного поля и вещества. Показано, что поле задает матрицу для структуры вещества и для взаимодействия его объектов. Вселенная скреплена универсальным вихревым взаимодействием. Делить фундаментальные взаимодействия на виды (ядерное, электромагнитное, слабое и гравитационное) нет никаких оснований. При этом в своей основе механизмы фундаментальных взаимодействий сводятся к механике потоков гравитонов. Сила определяется как градиент давления среды.

Следующим этапом развития материи является формирование из вещества космических объектов, в том числе планет, звезд и галактик. Этот процесс симметричен процессу образования уровней поля и вещества, как это показано в таблице.

Уровень структуры материи	Поле	Вещество	Космос	Вселенная
Одиночные вихри	Нейтралино	Нейтрино	Звезды	Галактики
Фермионы	Гравитоны	Электроны	Двойные звезды	Скопления галактик
Бозоны	Фотино	Фотоны	Черные дыры	Мега черные дыры
Составные объекты		Атомы	Планетные системы	

Уровень космических объектов тесно связан с уровнями поля и вещества. Вселенная — цельная система взаимодействующих вихревых объектов для всех состояний материи. Таблица показывает, что природа экономна и не ищет путей к цели каждый раз заново. На каждом уровне реализуются готовые механизмы и шаблоны, известные с предыдущих уровней.

Нейтралино в виде тороидальных вихрей в поле образовались в результате «кипения» праматерии и стали основой полевой материи. Нейтрино в виде тороидальных вихрей образовались в результате «кипения» гравитонной жидкости и стали основой вещества. Частицы и фрагменты вещества образовались при стягивании в комки нейтрино. Звезды в виде сферических вихрей образовались в результате стягивания фрагментарных молекулярных облаков и коллапса их центральной части. Они стали основой уровня космоса. Галактики в виде вихрей из звезд и межзвездного вещества с ядрами в виде черных дыр образовались в результате стягивания в комки звезд и коллапса их центральных частей. Галактики стали основой уровня Вселенной. В основных элементах уровней представлены как правовинтовые, так и левовинтовые вихри.

Нерелятивистские объекты каждого уровня образованы соединением за счет вихревого притяжения двух или нескольких основных элементов. Для уровня поля это гравитоны, образующие «темную материю». Для вещества это электроны и позитроны (по два элемента) и кварки (по три элемента). При этом стоит еще раз подчеркнуть, что вся «антиматерия» содержится внутри «материи». На уровне космоса половина звезд также рождаются двойными или тройными. Даже в Солнечной системе Юпитер вполне мог бы стать второй звездой. На сегодня в астрономии принято считать, что двойные или тройные звездные системы начали образовываться лишь в третьем поколении звезд. На уровне Вселенной отдельные Галактики собираются в Скопления.

Релятивистские объекты поля — фотино. Они образованы двумя или несколькими тороидальными нейтралино, соосно стоящими друг за другом. Эту структуру повторяют релятивистские объекты вещества — фотоны. Они составлены из двух соосно стоящих нейтрино или антинейтрино. И здесь также поровну представлена как «материя», так и «антиматерия». На уровне космоса к релятивистским объектам можно отнести черные дыры. Они характеризуются скоростью убегания, равной скорости света. На уровне Вселенной скопления Галактик будут образовывать уже Мега черные дыры — начало процесса коллапса Вселенной. Черные дыры — составные объекты. В ядрах черных дыр реализуется суперрелятивистская субстанция — праматерия Белых дыр. Периодический жизненный цикл материи на них заканчивается, чтобы повториться вновь.

Вихревой характер структуры материи сохраняется на всех уровнях. На рисунке 4.23 показана фотография вихревой галактики. В центре ее имеется плотное ядро, вокруг которого вращается присоединенный слой с убывающей плотностью.

При обсуждении процессов в ранней Вселенной часто гадают: а куда девалась антиматерия? Сейчас распространена такая точка зрения. При Взрыве возникло одинаковое количество материи и антиматерии.

Но затем эти субстанции быстро аннигилировали, превратившись в фотоны. Однако случайно (ошибка природы?) остался небольшой избыток вещества над антивеществом, благодаря которому мы и существуем. Для такой точки зрения нет никаких оснований. Большинство процессов в природе и большинство объектов природы основаны на динамическом равновесии противоположных факторов: частица — античастица, положительный заряд — отрицательный заряд, черная дыра — белая дыра. Античастицы, в частности, нужны для компенсации момента частиц в составных объектах.

Процессы образования звезд на всех этапах хорошо изучены. Поэтому только заметим, что управляет образованием звезд темная материя — плотные облака газа и пыли вещества формируются в месте расположения массивных фрагментов темной материи. То же самое относится к формированию Галактик. Часто вокруг Галактики открывают гало темной материи. Само вращение звезд и Галактик обусловлено вращением «подложки» темной материи. Тем более, что масса темной материи почти в 6 раз превышает массу звезд и галактик.



Рис. 4.23. Галактика Водоворот (NGC 5194, M51) типа Sc в созвездии Гончих Псов

Образование звезд происходит постоянно и в наше время. На рисунке 4.24 виден начальный процесс образования звезды за счет коллапса центральной части плотного пылевого облака.



Рис. 4.24. Начало формирования звезды

На рисунке 4.25 показан заключительный этап формирования звезды. Из периферической части облака должны сформироваться планеты.

Источником энергии жизненного цикла звезды являются термоядерные реакции. Считается, что они начинаются при разогреве протозвезды при сжатии до 10 млн. градусов и непрерывно поддерживаются в центре звезды. Энергия передается наружу через внутреннее излучение и конвекцию. Возникает вопрос, почему звезда не взрывается, как водородная бомба? Что мешает реакции синтеза распространиться на весь объем звезды? Как работает этот идеальный управляемый реактор, в течение сотен миллионов лет медленно вырабатывающий запасенное топливо.



Рис. 4.25. Заключительный этап формирования звезды

При исследовании термоядерной реакции молчаливо предполагается, что протоны представляют собой что-то вроде шариков «вещества», покрытых, как новогодней мишурой, «зарядом». И для преодоления кулоновского отталкивания нужно за счет высокого давления сильно прижать шарики один к другому или разогнать их за счет высокой температуры до такой скорости, чтобы они «стукнулись» друг о друга. Однако в данной работе показано, что частицы представляются вихревыми осесимметричными образованиями. Они автоматически стремятся к слиянию, если движутся рядом в потоке.

На рисунке 4.26 показана фотография Солнца с короной.

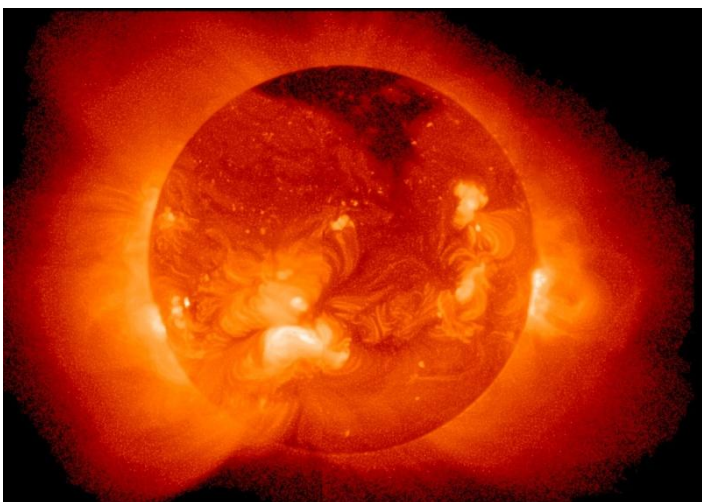


Рис. 4.26. Солнце с короной

Почему солнечная корона (атмосферный слой Солнца) намного горячее, чем поверхность Солнца? Температура короны составляет миллионы градусов, а на поверхности Солнца всего около 5800 К. Сейчас постулируется нагрев короны плазменными волнами, образующимися при конвекции потоков в наружных слоях Солнца. Однако этот механизм представляется неубедительным. Плотность энергии Солнца довольно низкая, а температура внутри Солнца не превышает 6 млн. град.

В радиодиапазоне на метровых волнах все излучение Солнца исходит от Солнечной короны. В коротковолновой части оптического спектра все излучение $\lambda \leq 200 \text{ нм}$, идущее от Солнца, также принадлежит Солнечной короне. Это говорит о том, что в короне интенсивно происходят активные процессы. Земля находится в Солнечной короне. Ее обдувает «солнечный ветер» — поток коронального газа. Скорость его у поверхности Солнца составляет несколько км/с, а около Земли скорость увеличивается до 300 км/с. Солнечный ветер состоит из нейтральных и заряженных частиц: электронов, протонов, ядер гелия. Концентрация электронов вблизи Земли составляет несколько десятков в 1 см^3 .

А теперь сравним рисунок 4.25 с фотографией пламени костра, приведенной на рисунке 4.27.



Рис. 4.27. Пламя костра

Самая горячая часть костра — в пламени. Именно там происходит процесс горения, т.е. соединение углерода с кислородом. При этом выделяется энергия связи в виде излучения фотонов и кинетической энергии продуктов сгорания: CO_2 , H_2O и дыма. Горение внутри дров сводится к пиролизу, т.е. разложению целлюлозы на простые составляющие, которые выделяются из головешек в виде «древесного ветра». Пиролиз также приводит к сравнительно небольшому выделению энергии связи, поэтому головешки разогреваются, хотя и не светятся. После выгорания в дровах основного топлива «древесный ветер» стихает, а реакция окисления переходит на сами головни — они превращаются в раскаленные угли (рисунок 4.28) и разрушаются.



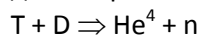
Рис. 4.28. Догорание костра: раскаляются и разрушаются угли

Возможно, что такой же механизм «горения» поддерживается и у звезды. В таблице представлен полный водородный пр цикл, ответственный за выделение энергии звезды:

Реакция	Выделяемая энергия, МэВ	Среднее время реакции
$p + p \Rightarrow D + e^+ + \nu$	2.0,164 + (2.0,257)	$1,4 \cdot 10^{10}$ лет
$e^+ + e^- \Rightarrow 2\gamma$	2.1,02	—
$p + D \Rightarrow He^3 + \gamma$	2.5,49	5,7 с
$He^3 + He^3 \Rightarrow He^4 + 2p$	12,85	10^6 лет
Итого: $4p \Rightarrow He^4 + 2e^+$	26,21 + (0,514) МэВ	

Первые три реакции входят в цикл дважды. Эти реакции «пиролиза», подготовки компонентов для процесса «горения» полностью проходят внутри звезды. Эти реакции идут очень медленно и выделяют мало теплоты. Но последняя реакция осуществляется в основном в звездной атмосфере, в «пламени» солнечного костра. В исходящем от звезды плазменном потоке ионы He^3 направлены одинаково и притягиваются друг к другу, превращаясь в α -частицу. Создать такие концентрированные направленные потоки внутри звезды невозможно. Выделяющаяся энергия связи реализуется, прежде всего, в высокой кинетической энергии продуктов реакции. Отсюда становится ясным причина резкого повышения температуры потока от ~ 6000 К до $\sim 10^6$ К.

На примере нашего светила следует пересмотреть основные положения программы по управляемому термоядерному синтезу. Следует отказаться от старых представлений о «кулоновском расталкивании», от суперсилового решения сложных проблем природы. Надо при высокой концентрации на достаточной длине пробега создать поток ионов для осуществления реакции:



Синтез должен быть «холодным». Очень высокая температура плазмы сделает эту реакцию обратимой. Разумеется, и здесь встанут на пути технические и технологические проблемы. В частности, для повышения эффективности, необходимо обеспечить шнурование (сжатие) потока ионов.

Когда в звезде выгорит значительная часть водорода, то напор в потоке плазмы от звезды ослабнет. Область термоядерной реакции приблизится к поверхности звезды и начнется разогрев ее поверхностных областей. Затем реакция взрывообразно начнется в разогретых наружных областях (раскалятся и начнут гореть угли от головни!) — звезда превращается в сферическую водородную бомбу. Центральная часть звезды будет сильно сдавливаясь взрывом оболочки. В зависимости от размеров и массы звезды процесс взрыва сверхновой заканчивается одним из четырех исходов:

- рассеяние без остатка;
- превращение в белого карлика;
- превращение в нейтронную звезду;
- превращение в черную дыру.

Для рассматриваемой нами темы круговорота материи наибольший интерес представляет превращение звезд в черные дыры. Многие явления на этих объектах пока не изучены. Например, испускание релятивистских струй черными дырами активных ядер галактик (рисунок 4.29).



Рис. 4.29. Релятивистские струи активных объектов

На фотографиях видны мощные струи (джеты), излучаемые аккреционным диском вдоль полярной оси, простирающиеся далеко (на тысячи световых лет) за пределы объекта. Наличие релятивистских струй является ярким доказательством существования праматерии — основного состояния нашей Вселенной.

5. Электрические и магнитные поля

В настоящее время считается, что источником электрических полей являются электрические заряды. При движении зарядов возникают магнитные поля. Модели, отражающей природу самих зарядов, не существует. В квантовой электродинамике электромагнитное поле рассматривается в виде дискретной механической системы с бесконечно большим числом степеней свободы. Частицей-переносчиком электромагнитного взаимодействия считается световой фотон — квант электромагнитного поля. Фотоны имеют нулевую массу, целочисленный спин и подчиняются статистике Бозе–Эйнштейна. Это обеспечивает возможность перехода в пределе к классическому описанию поля, что невозможно для других квантованных полей.

Электромагнитное излучение рассматривается сейчас как поток квантов света. Взаимодействие между зарядами осуществляется через электромагнитное поле путем обмена фотонами, которые непрерывно испускаются и поглощаются зарядами. Обмен фотонами порождает реакции притяжения или отталкивания зарядов. Однако более подробно этот механизм не конкретизируется. При достаточно высокой частоте колебаний зарядов образующееся электромагнитное поле отрывается от них и распространяется в виде электромагнитных волн (радиоволн). Предполагается, что эти волны могут распространяться в пустоте. Однако наглядной физической модели таких волн пока не предложено.

В современной формулировке электромагнитное поле описывается тензором электромагнитного поля, элементами которого являются три компонента напряжённости электрического поля и три компонента напряжённости магнитного поля, а также четырёхмерным электромагнитным потенциалом.

В вихревой модели электромагнитное поле представляет собой одно из дискретных состояний материи. Квантами *электромагнитного поля* служат гравитоны в виде дисперсной проточной среды, заполняющей все пространство.

Понятие «Электромагнитное поле» введено Дж. Максвеллом. Максвелл был совершенно убежден, что ни один волновой процесс не может распространяться без наличия среды. Следуя за Декартом, Фарадеем и Дж. Дж. Томсоном он предположил, что все пространство заполнено эфиром в виде «молекулярных вихрей». Максвелл создал свою механическую модель этой сплошной вихревой среды [9]. На рисунке 5.1 показана двумерная модель электромагнитного поля Максвелла.

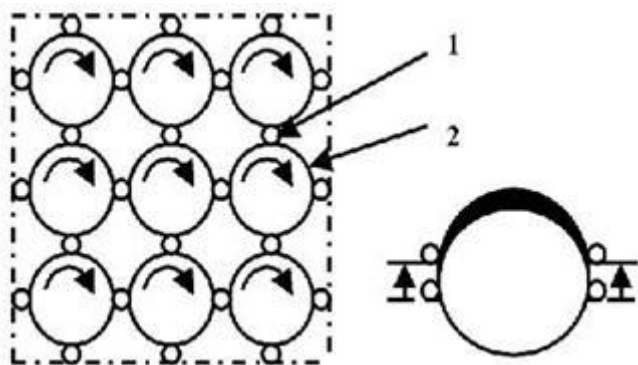


Рис. 5.1. Модель вихрей Максвелла

Через промежуточные частицы 1 постоянно вращающиеся вихри 2 передают вращение друг другу. Справа на рисунке 5.1 утолщением линии в верхней части вихря показана тангенциальная деформация сжатия вихря при смещении частиц.

Перечислим основные свойства этой двухкомпонентной модели поля:

1. Линейные размеры вихрей не сказываются на свойствах модели.
2. Масса и размеры промежуточных частиц полагаются пренебрежимо малыми.
3. Объем и форма вихрей не поддаются деформации — деформация тангенциальна к поверхности вихря, т.е. вихри можно представить себе как пузырьки, у которых может вращаться и подвергаться деформации только оболочка, но не содержимое.

4. Величины деформаций полагаются достаточно малыми, что обеспечивает линейность зависимости силы от значения деформации.
5. Частицы, заполняющие промежутки между вихрями, ведут себя (в совокупности) как несжимаемая жидкость.
6. Трение и какие-либо другие потери энергии отсутствуют.

На основе своей механической модели и обобщив опытные данные, Джеймс Максвелл выразил законы электромагнитного поля в четырех дифференциальных уравнениях [10]:

$$c^2 \operatorname{rot} \vec{B} = \frac{\vec{J}}{\varepsilon \varepsilon_0} + \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}, \quad (5.1)$$

$$\operatorname{rot} \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}, \quad (5.2)$$

$$\operatorname{div} \vec{E} = \frac{\rho}{\varepsilon \varepsilon_0}, \quad (5.3)$$

$$\operatorname{div} \vec{B} = 0. \quad (5.4)$$

где \vec{E} — напряженность электрического поля, \vec{B} — магнитная индукция, ρ — плотность заряда, \vec{J} — плотность тока, c — скорость света, ε — диэлектрическая проницаемость среды, ε_0 — электрическая постоянная.

В интегральном виде уравнения Максвелла записывают обычно следующим образом:

$$c^2 \oint \vec{B} \, dl = \frac{1}{\varepsilon \varepsilon_0} \iint \vec{J} \, ds + \frac{\partial}{\partial t} \iint \vec{E} \, ds, \quad (5.1.1)$$

$$\oint \vec{E} \, dl = -\frac{\partial}{\partial t} \oint \vec{B} \, ds, \quad (5.2.1)$$

$$\oint \vec{E} \, ds = \frac{\rho}{\varepsilon \varepsilon_0}, \quad (5.3.1)$$

$$\oint \vec{B} \, ds = 0. \quad (5.4.1)$$

Здесь dl — элемент контура, ds элемент поверхности, ограниченной этим контуром.

Уравнения (6.1-6.4) определяют векторные поля \vec{E} и \vec{B} через распределение зарядов и токов. Уравнения (6.1) и (6.1.1) обобщают закон Ампера — магнитное поле на контуре порождается током проводимости, текущим внутри контура:

$$c^2 \operatorname{rot} \vec{B} = \frac{\vec{J}}{\varepsilon \varepsilon_0} \quad \text{или} \quad \oint \vec{B} \, dl = \frac{1}{c^2 \varepsilon \varepsilon_0} \iint \vec{J} \, ds.$$

Максвелл дополнительно к току проводимости \vec{J} вводит *ток смещения* $\frac{\partial \vec{E}}{\partial t}$ — скорость изменения потока электрического поля сквозь контур. Максвелла был сторонником эфира. Для него было естественным считать, что по достижении электроном обкладки конденсатора поток заряда не прерывается, а реально замыкается на другую обкладку потоком эфира. В нестационарном случае поступательное прохождение потока в межэлектродном пространстве полностью эквивалентно электронному току в проводнике. Таким образом, циркуляция магнитного поля по замкнутому контуру равна сумме токов проводимости и смещения, протекающих сквозь поверхность, ограничиваемую этим контуром.

Уравнения (5.2) и (5.2.1) отражают закон Фарадея: циркуляция электрического поля по контуру равна взятой с обратным знаком производной по времени от потока магнитного поля через поверхность, ограничиваемую этим контуром. Максвелл полагал, что реальная электродвижущая сила наводится не только в проводящем, но в любом замкнутом контуре, даже выделенном мысленно или не обладающем проводимостью. Проводящий контур лишь выявляет электродвижущую силу. Это возможно только при материальности среды поля.

Уравнения (5.3) и (5.3.1) показывают, что источником электрического поля являются заряды. Поток напряженности \vec{E} через замкнутую поверхность равен заряду внутри неё, деленному на $\varepsilon \varepsilon_0$.

Из уравнений (5.4) и (5.4.1) следует, что силовые линии вектора магнитной индукции \vec{B} являются непрерывными, а магнитные заряды отсутствуют. Поток вектора магнитного поля через любую замкнутую поверхность равен нулю. Вектор магнитной индукции \vec{B} обладает только вихревой составляющей, которую обозначают как ротор векторного потенциала \vec{A} :

$$\vec{B} = \operatorname{rot} \vec{A}, \quad \operatorname{div} \vec{A} = 0. \quad (5.5)$$

Из уравнения (5.2) с учетом (5.5) находим:

$$\operatorname{rot} \left(\vec{E} + \frac{\partial \vec{A}}{\partial t} \right) = 0.$$

Это равенство сохранится, если к выражению в скобках добавить любой потенциальный вектор, в частности, $grad\varphi$. К скалярному потенциалу φ при этом можно добавить произвольную постоянную. Тогда напряженность электрического поля \vec{E} можно выразить через скалярный и векторный потенциалы:

$$\vec{E} = -grad\varphi - \frac{\partial \vec{A}}{\partial t}. \quad (5.6)$$

Так как система (6.1-6.4) не определяет уравнение движение заряда q в электромагнитном поле, то её дополняют выражением для силы Лоренца:

$$\vec{F} = -q \left\{ [\vec{B} \times \vec{v}] + \frac{\partial \vec{A}}{\partial t} \right\}, \quad (5.7)$$

где \vec{v} — скорость заряда q .

Теория поля Максвелла является теорией средних значений сплошной среды. Статистический характер теории Максвелла позволяет при выводе уравнений электромагнитного движения не делать предположений о деталях механизма этого движения. Максвелл только принял, что эфир и заряды движутся подобно идеальной несжимаемой жидкости. В его теории величины напряженностей электрических и магнитных полей \vec{E} и \vec{B} имеют смысл «плотностей» векторного поля. Значения $\varepsilon\varepsilon_0 \frac{\vec{E}^2}{2}$ и $\frac{\vec{B}^2}{2\mu\mu_0}$ есть плотности энергии в данной точке среды.

Общепринятой в настоящее время является следующая модельная интерпретация системы уравнений Максвелла:

1. Статические заряды создают статическое *электрическое поле*, которое характеризуется электрической напряженностью \vec{E} , т.е. силой, действующей на пробный единичный положительный заряд.
2. Постоянный ток создает статическое вихревое *магнитное поле*, которое характеризуется магнитной индукцией \vec{B} .
3. Переменный ток является источником *переменного магнитного поля*. Переменное магнитное поле является источником *переменного вихревого электрического поля*. При помещении в него проводника на его концах возникает *ЭДС индукции*.
4. Переменное вихревое электрическое поле, в свою очередь, порождает переменное магнитное поле. В пространстве возникает электромагнитная волна, в которой происходит периодическая перекачка энергии из электрической в магнитную и обратно.

Однако, при анализе электродинамической теории и, в частности, общепринятой модели системы уравнений (6.1-6.7) и её решений возникает несколько парадоксов. Рассмотрим некоторые из них.

Синфазность векторов \vec{E} и \vec{B}

Вид уравнений (6.1) и (6.2) показывает, что при волновом решении данных уравнений векторы \vec{E} и \vec{B} синфазны, т.е. одновременно проходят через максимум. Отсюда следует, что взаимного преобразования электрических и магнитных полей в волне не происходит. Следовательно, существующая физическая модель распространения радиоволн как колебаний векторов \vec{E} и \vec{B} не обоснована.

Фотоны как переносчики электрических и магнитных полей

Не обосновано утверждение о том, что квантами (переносчиками действия) электромагнитного поля являются фотоны. Волновое уравнение для свободного пространства записывается в виде [5]:

$$\square f = 0,$$

$$\text{где } \square \text{ — оператор д'Аламбера } \square = \Delta - \frac{\partial^2}{\partial t^2},$$

f — любая из компонент \vec{A} , \vec{E} или \vec{B} .

Но у фотонов нет собственного заряда и собственного магнитного момента. Поэтому они не могут быть материальной основой непрерывных полевых функций — напряженностей электрического \vec{E} или магнитного \vec{B} полей.

Приведенные противоречия в модельных представлениях электромагнитных явлений устраняются в предлагаемой модификации уравнений Максвелла. Что касается квантования электромагнитного поля, то его квантами являются вихревые гравитоны, из которых состоят все частицы (в том числе фотоны) и все вещество.

Проводник с постоянным током поглощает энергию из среды

В традиционной электродинамике вектор Пойнтинга записывается в виде $\vec{S} = \varepsilon\varepsilon_0 c^2 [\vec{E} \times \vec{B}]$, что приводит к парадоксам. Рассмотрим один из приведенных в книге [11] примеров. Пусть по участку провода с ненулевым сопротивлением течет постоянный ток I (рис. 5.2).

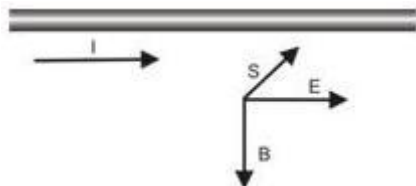


Рис. 5.2. Вектор Пойнтинга вблизи провода с током

Ток порождает магнитное поле \vec{B} , направленное по касательным к окружностям, проведенным вокруг провода. Вдоль провода вне его существует параллельное поверхности электрическое поле \vec{E} , направленное по току. Векторы \vec{E} и \vec{B} взаимно перпендикулярны, а потому вектор Пойнтинга направлен радиально — внутрь проводника. Из окружающего пространства в провод с постоянным током должна втекать энергия.

Но такие потоки энергии на опыте не обнаружены. Опыт показывает потоки энергии только для переменного тока.

Некорректность методики расчета ЭДС электромагнитной индукции

Некорректна существующая методика вычисления значения ЭДС электромагнитной индукции. Плотность тока во вторичной обмотке трансформатора определяется по закону Ома в дифференциальной форме:

$$\vec{j} = \sigma \vec{E} = \sigma (-\text{grad } \varphi - \frac{\partial \vec{A}}{\partial t}),$$

где мы воспользовались формулой (5.6).

Обычно вторичная обмотка выполнена из металла с высокой электропроводностью, поэтому напряженность электрического поля \vec{E} при конечных значениях плотности тока \vec{j} мала:

$$\vec{j}/\sigma = \vec{E} = -\text{grad } \varphi - \frac{\partial \vec{A}}{\partial t} \approx 0.$$

ЭДС во вторичной обмотке вычисляются интегрированием:

$$\text{ЭДС} = \int_0^L \text{grad } \varphi \, dl = - \int_0^L \frac{\partial A}{\partial t} \, dl,$$

что соответствует экспериментальным значениям.

Таким образом, в режиме холостого хода напряжение на зажимах вторичной обмотки трансформатора связано со значением электропроводности материала обмотки, чего не наблюдается на практике. В самой основе методики определения ЭДС заложено следующее противоречие. В расчетах причиной поляризации проводника вторичной обмотки служит электрическая напряженность \vec{E} , как внешняя сила, разводящая заряды. Поэтому получение выражения для ЭДС, исходя из обязательного условия $\vec{E} = 0$, нарушает сам принцип причинности и противоречит третьему закону Ньютона. Напряженность \vec{E} во вторичной обмотке возникает лишь как следствие разводки зарядов в соответствии с уравнением (5.3).

5.1. Первая модификация уравнений Максвелла

Электрическое поле при анализе решений уравнений Максвелла разделяют на просто "электрическое поле" и "вихревое электрическое поле". Источником первого являются электрические заряды. Это потенциальное поле конденсатора. Источником второго служит переменное магнитное поле. Это вихревое поле сторонних сил, обеспечивающих ЭДС во вторичной обмотке трансформатора. Однако в уравнениях Максвелла эти поля неразличимы.

Первая модификация обусловлена требованиями применяемого математического аппарата векторного исчисления. По теореме Гельмгольца всякое однозначное и непрерывное векторное поле, обращаемое в нуль на бесконечности, может быть единственным образом представлено в виде суммы градиента некоторой скалярной функции и ротора некоторой векторной функции, дивергенция которой равна нулю.

В системе уравнений (5.1-5.6) векторы \vec{A} и \vec{B} — вихревые. Вихревые векторы замкнуты, источников у них нет. Условие $div\vec{A} = 0$ в (5.5) — это требование математической теоремы Гельмгольца, а не условие калибровки Лоренца для векторного потенциала.

Векторы \vec{E} и \vec{J} — смешанные, т.е. содержат градиентную и вихревую составляющие.

Представим разложение вектора \vec{E} согласно теореме Гельмгольца:

$$\begin{aligned}\vec{E} &= \vec{E}_{grad} + \vec{E}_{rot} = -grad\varphi + rot\vec{P}, \\ \vec{E}_{grad} &= -grad\varphi, \quad \vec{E}_{rot} = rot\vec{P}, \\ rot(\vec{E}_{grad}) &= div(\vec{E}_{rot}) = div\vec{P} = 0.\end{aligned}\tag{5.8}$$

Вектор \vec{J} также представим как сумму безвихревой и вихревой компоненты:

$$\vec{J} = \vec{J}_{grad} + \vec{J}_{rot},\tag{5.9}$$

$$div(\vec{J}_{rot}) = rot(\vec{J}_{grad}) = 0.$$

Безвихревые векторы \vec{E}_{grad} и \vec{J}_{grad} начинаются на источниках, а заканчиваются либо на стоках, либо в бесконечности. Источниками или стоками для \vec{E}_{grad} и \vec{J}_{grad} служат положительные и отрицательные заряды, например, положительная и отрицательная обкладки конденсатора соответственно. Заметим, что разделение тока на вихревой и безвихревой здесь достаточно четко и не носит формального характера. \vec{J}_{rot} — это ток электронов в цепи, ток проводимости, а \vec{J}_{grad} — это лучевые вращающиеся потоки гравитонов, выходящие из зарядов на обкладках конденсатора. Они подробно описаны в п.3.2. Для вихревых компонентов невозможно указать точечных источников и стоков. Например, во вторичной обмотке трансформатора электродвижущая сила \vec{E}_{rot} наводится сразу во всех точках контура.

После подстановки преобразований (5.6, 5.8, 5.9) в систему (5.1-5.4) уравнения будут выглядеть следующим образом:

$$\begin{aligned}c^2 rot(rot\vec{A}) &= \frac{\vec{J}_{grad} + \vec{J}_{rot}}{\varepsilon\varepsilon_0} + \frac{\partial(\vec{E}_{grad} + \vec{E}_{rot})}{\partial t}, \\ rot(-grad\varphi + \vec{E}_{rot}) &= -\frac{\partial(rot\vec{A})}{\partial t}, \\ div(\vec{E}_{grad} + \vec{E}_{rot}) &= div(-grad\varphi + rot\vec{P}) = \frac{\rho}{\varepsilon\varepsilon_0}, \\ div(rot\vec{A}) &= 0.\end{aligned}\tag{5.10}$$

В результате решения этих уравнений мы должны получить два набора величин, характеризующих поле:

- скаляр φ и векторы градиентного типа \vec{E}_{grad} и \vec{J}_{grad} ,
- вихревые векторы \vec{E}_{rot} , \vec{A} .

В первом уравнении системы (5.10) в левой части на вектор \vec{A} воздействует оператор "rot", т.е. слева стоит вихревой вектор. Поэтому сумма градиентных векторов в правой части уравнения будет равна нулю. Перепишем всю систему уравнений в виде:

$$c^2 rot(rot\vec{A}) = \frac{\vec{J}_{rot}}{\varepsilon\varepsilon_0} + \frac{\partial(\vec{E}_{rot})}{\partial t},\tag{5.11}$$

$$\text{rot}(\vec{E}_{rot} + \frac{\partial \vec{A}}{\partial t} - \text{grad}\varphi) = 0, \quad (5.12)$$

$$\text{div}(\vec{E}_{grad}) = \frac{\rho}{\varepsilon\varepsilon_0}, \quad (5.13)$$

$$\vec{J}_{grad} + \varepsilon\varepsilon_0 \frac{\partial(\vec{E}_{grad})}{\partial t} = 0. \quad (5.14)$$

Действуя оператором "div" на уравнение (5.14) и подставляя в него значение $\text{div}(\vec{E}_{grad})$ из уравнения (5.13), получим уравнение непрерывности для градиентной составляющей тока:

$$\text{div}(\vec{J}_{grad}) + \frac{\partial\rho}{\partial t} = 0. \quad (5.15)$$

Это соотношение выражает закон сохранения заряда. При изменении электрического поля не только в диэлектрике, но и в вакууме протекает ток поляризации.

Для решения уравнения (5.12) выражение в скобках нужно приравнять нулю либо градиенту скалярной функции $\text{grad}\psi$. В последнем случае это эквивалентно прибавлению к функции φ функции ψ . Формально к выражению в скобках можно добавить любой потенциальный вектор, в частности, $\text{grad}\varphi$. Сумма вихревых векторов не может равняться градиентному вектору. Тогда получаем выражение для \vec{E}_{rot} , которое равно производной от векторного потенциала магнитной индукции, взятой с обратным знаком:

$$\vec{E}_{rot} = -\frac{\partial \vec{A}}{\partial t}. \quad (5.16)$$

Вихревое электрическое поле — это сторонняя сила магнитного поля. Она возникает при изменении во времени векторного потенциала.

Подставляя это значение в уравнение (5.11), получаем уравнение магнитного вихревого процесса:

$$c^2 \text{rot}(\text{rot}\vec{A}) + \frac{\partial^2 \vec{A}}{\partial t^2} = \frac{\vec{J}_{rot}}{\varepsilon\varepsilon_0}. \quad (5.17)$$

В правую часть этого уравнения в качестве источника векторного потенциала входит только вихревая составляющая тока \vec{J}_{rot} .

Пользуясь известной формулой векторного анализа

$$\text{rot}(\text{rot}\vec{A}) = -\Delta\vec{A} + \text{grad}(\text{div}\vec{A}),$$

перепишем (6.17) в виде обычного волнового уравнения:

$$\Delta\vec{A} - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \vec{A}}{\partial t^2} = -\frac{1}{c^2 \varepsilon\varepsilon_0} \vec{J}_{rot}, \quad (5.18)$$

где $\varepsilon\varepsilon_0$ — абсолютная диэлектрическая проницаемость среды. Напомним, что $c^2 = \frac{1}{\mu_0 \varepsilon_0}$.

В отсутствие токов уравнение (5.18)

$$\Delta\vec{A} - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \vec{A}}{\partial t^2} = 0 \quad (5.19)$$

имеет ненулевое решение. Применяя к (5.19) операции rot и $\partial/\partial t$, можно убедиться, что векторы \vec{B} и \vec{E}_{rot} также удовлетворяют уравнению электромагнитной волны в свободном от токов пространстве.

Окончательно, с учетом требований, предъявляемых используемым математическим аппаратом теории поля, запишем модифицированную систему уравнений Максвелла в следующем виде:

$$\Delta\vec{A} - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \vec{A}}{\partial t^2} = -\frac{1}{c^2 \varepsilon\varepsilon_0} \vec{J}_{rot}, \quad (5.20)$$

$$\vec{E}_{rot} = -\frac{\partial \vec{A}}{\partial t}, \quad (5.21)$$

$$\vec{B} = \text{rot}\vec{A}, \quad (5.22)$$

$$\text{div}(\vec{E}_{grad}) = \frac{\rho}{\varepsilon\varepsilon_0},$$

$$\vec{E}_{grad} = -\text{grad}\varphi, \quad (5.23)$$

$$\vec{J}_{grad} + \varepsilon\varepsilon_0 \frac{\partial(\vec{E}_{grad})}{\partial t} = 0.$$

К этому нужно добавить следующие соотношения:

$$\text{div}\vec{A} = \text{div}\vec{B} = \text{div}(\vec{E}_{rot}) = \text{rot}(\vec{E}_{grad}) = \text{div}(\vec{J}_{rot}) = \text{rot}(\vec{J}_{grad}) = 0.$$

Система уравнений Максвелла (5.20-5.23) разбивается на две независимые части: описание магнитных явлений, источником которых служит электрический ток \vec{J}_{rot} . и описание электрического поля \vec{E}_{grad} , источником которого служит заряд ρ .

Уравнения (5.20), (5.21) и (5.22) относятся к магнитодинамике. Первое уравнение описывает вихревое поле векторного потенциала \vec{A} в зависимости от значения вихревого тока \vec{J}_{rot} . Для постоянного тока векторный потенциал не зависит от времени. В этом случае второе слагаемое в левой части равно нулю, и мы получаем уравнение Пуассона для векторного потенциала постоянного магнитного поля.

Второе соотношение (5.21) дает значение сторонней (не электрической) силы, действующей на заряд со стороны магнитного поля. Эта сила появляется лишь при изменении во времени векторного потенциала \vec{A} , (соответственно, и индукции \vec{B}). Именно эта сторонняя сила создает ЭДС во вторичной обмотке трансформатора.

Уравнения (5.23) описывают безвихревое электростатическое поле \vec{E}_{grad} . Первое уравнение показывает, что это поле создается неподвижными электрическими зарядами. Второе уравнение говорит о возможности введения потенциала для этого поля. Третье уравнение (5.23) — уравнение непрерывности — показывает, что градиентный ток существует только при изменении градиентного поля. Ток смещения \vec{J}_{grad} не порождает магнитное поле.

Напряженность электрического поля \vec{E}_{grad} не зависит от магнитного поля. Напряженность вихревого электрического поля \vec{E}_{rot} определяется производной по времени от векторного потенциала. Магнитное поле \vec{B} определяется производными по координатам от векторного потенциала. Частое утверждение о том, что переменные электрические поля превращаются в магнитные, а переменные магнитные превращаются в электрические, не обосновано.

5.2. Вторая модификация уравнений Максвелла

В системе уравнений Максвелла (5.1-5.4) мы имеем дело только с локальными изменениями величин электромагнитного поля, т.е. изменениями в данной точке поля. Однако частные производные по времени можно заменить на полные. Это вторая модификация уравнений Максвелла, предлагаемая в данной работе. Данная замена представляется совершенно логичной, так как удаленный заряд не может различить, за счет чего произошло изменение действующего на него поля: за счет изменения интенсивности излучения источника или за счет его движения со скоростью \vec{v} относительно заряда.

Полное изменение во времени векторов поля складывается из двух частей:

- местного (локального) изменения $\partial\vec{A}/\partial t$;
- стационарного со слагаемыми по осям координат

$(v_x \frac{\partial A_x}{\partial x} + v_y \frac{\partial A_y}{\partial y} + v_z \frac{\partial A_z}{\partial z})$ — и аналогично для \vec{A}_y и \vec{A}_z .

Окончательно полная производная записывается в виде

$$\frac{d\vec{A}}{dt} = \frac{\partial\vec{A}}{\partial t} + (\vec{v} \cdot grad)\vec{A}.$$

Система уравнений (5.1-5.4) с полными производными выглядит следующим образом:

$$\Delta\vec{A} - \frac{1}{c^2} \frac{d^2\vec{A}}{dt^2} = -\frac{1}{c^2 \epsilon \epsilon_0} \vec{J}_{rot},$$

$$\vec{E}_{rot} = -\frac{d\vec{A}}{dt},$$

$$\vec{B} = rot\vec{A},$$

(5.24)

$$div(\vec{E}_{grad}) = \frac{\rho}{\epsilon \epsilon_0},$$

$$\vec{J}_{grad} + \epsilon \epsilon_0 \frac{d(\vec{E}_{grad})}{dt} = 0.$$

Раскроем выражение для полной производной в правой части второго уравнения системы (5.24):

$$\vec{E}_{rot} = [\vec{v} \times rot\vec{A}] - \frac{\partial\vec{A}}{\partial t} = [\vec{v} \times \vec{B}] - \frac{\partial\vec{A}}{\partial t}. \quad (5.25)$$

Здесь мы воспользовались формулой векторного исчисления

$$(ac)b = (ab)c + a \times (b \times c), \text{ так что}$$

$$-(\vec{v}\nabla)\vec{A} = \nabla \times (\vec{v} \times \vec{A}) - \vec{v}(\nabla\vec{A}).$$

По определению напряженность \vec{E}_{rot} есть сила, действующая на единичный положительный заряд. Первое слагаемое в (5.25) определяет силу Лоренца, действующую в поле на неподвижный заряд при движении источника статического магнитного поля. Второе слагаемое описывает силу, действующую на покоящийся заряд в переменном магнитном поле неподвижного источника. Отрицательный знак при этом показывает, что направление действия силы противоположно направлению тока — источника магнитного поля.

При обсуждении параметров магнитного поля и вихревого электрического поля следует иметь в виду следующее. Снаружи цилиндрического проводника с током \vec{J}_{rot} реально существует винтовой поток гравитонов. Мы называем его вихревым потоком векторного потенциала \vec{A} . Одновременно с поступательным движением вдоль оси проводника в противоположном току направлении он вращается вокруг оси. В случае переменного тока имеется радиальная составляющая потока гравитонов \vec{A} от провода (при возрастании тока) или к проводу (при убывании тока). Движение потока гравитонов \vec{A} происходит, таким образом, по всем трем цилиндрическим координатам: z, r, φ .

Вращение гравитонного потока \vec{A} по углу φ мы воспринимаем как наличие магнитного поля \vec{B} . Движение потока гравитонов по радиусу обуславливает возможность перемещения помещенных в поток электронов в перпендикулярном к радиусу направлении, т.е. по z . Эту возможность мы воспринимаем как наличие вихревого электрического поля \vec{E}_{rot} , направленного по z .

С учетом сделанного замечания запишем окончательно модифицированные уравнения Максвелла для электрического поля:

$$\text{div}(\vec{E}_{grad}) = \frac{\rho}{\varepsilon\varepsilon_0}, \quad (5.26)$$

$$\vec{E}_{grad} = -\text{grad}\varphi; \quad (5.27)$$

$$\Delta\varphi = -\frac{\rho}{\varepsilon\varepsilon_0}; \quad (5.28)$$

$$\vec{J}_{grad} + \varepsilon\varepsilon_0 \frac{d(\vec{E}_{grad})}{dt} = 0. \quad (5.29)$$

$$\text{div}(\vec{J}_{grad}) = -\frac{d\rho}{dt}. \quad (5.30)$$

Для напряженности \vec{E}_{grad} и тока \vec{J}_{grad} всегда выполняется условие

$$\text{rot}(\vec{E}_{grad}) = \text{rot}(\vec{J}_{grad}) = 0.$$

Уравнение (6.26) описывает электростатическое поле. Оно позволяет найти скалярный потенциал φ и напряженность электрического поля \vec{E}_{grad} по заданному распределению зарядов ρ . Уравнение непрерывности (6.30) выражает закон сохранения заряда.

Запишем уравнения Максвелла для вихревой компоненты электромагнитного поля — магнитостатики и магнитодинамики:

$$\Delta\vec{A} - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \vec{A}}{\partial t^2} = -\frac{1}{c^2\varepsilon\varepsilon_0} \vec{J}_{rot}, \quad (5.31)$$

$$\vec{B} = \text{rot}\vec{A}, \quad (5.32)$$

$$\vec{E}_{rot} = [\vec{v} \times \vec{B}] - \frac{\partial \vec{A}}{\partial t}. \quad (5.33)$$

При этом всегда выполняется условие

$$\text{div}\vec{A} = \text{div}\vec{B} = \text{div}(\vec{E}_{rot}) = \text{div}(\vec{J}_{rot}) = 0.$$

Уравнение (5.31) позволяет найти векторный потенциал \vec{A} по заданному току \vec{J}_{rot} . Магнитная индукция \vec{B} связана с векторным потенциалом \vec{A} соотношением (5.32). При известном векторном потенциале $\vec{A}(x,y,z,t)$ можно найти напряженность вихревого электрического поля \vec{E}_{rot} из уравнения (5.33). Модифицированные уравнения Максвелла описывают возникновение вихревого поля \vec{E}_{rot} не только при изменении магнитного поля в данной точке во времени, но и при движении точки относительно источника.

Модифицированная система уравнений Максвелла также позволяет выделить при описании электромагнитного поля четыре режима:

1. Электростатика. Электрические заряды неподвижны. Потенциальное электростатическое поле описывается уравнениями (5.26)-(5.28).

2. Постоянный стационарный электрический ток. Электрические заряды движутся равномерно. В этом случае стационарное потенциальное электрическое поле также описывается уравнениями (5.26)-(5.28). Оно существует только внутри потока вдоль направления тока.

Снаружи потока стационарное поле описывается уравнениями:

$$\Delta \vec{A} = -\frac{1}{c^2 \epsilon \epsilon_0} \vec{J}_{rot}, \quad (5.31.1)$$

$$\vec{B} = rot \vec{A}, \quad (5.32.1)$$

$$\vec{E}_{rot} = [\vec{v} \times \vec{B}]. \quad (5.33.1)$$

Ток \vec{J}_{rot} , текущий по замкнутой цепи, создает стационарное вихревое поле векторного потенциала \vec{A} , которое направлено в противоположную сторону. Вихрь этого поля образует вихревое поле магнитной индукции \vec{B} . Зафиксировать поле \vec{B} можно путем измерения силы \vec{E}_{rot} , действующей на единичный заряд, движущийся со скоростью \vec{v} относительно цепи.

3. Переменный электрический ток — электрические заряды движутся неравномерно. В этом случае нестационарное потенциальное электрическое поле описывается уравнениями (5.26)-(5.30). Оно существует только внутри потока вдоль направления тока. В нестационарном случае изменение плотности зарядов порождает ток \vec{J}_{grad} . Это незамкнутый поток зарядов, например, импульсный ток электронов от катода к аноду в радиолампе.

Снаружи потока нестационарное поле описывается уравнениями (5.31)-(5.33). Переменный ток \vec{J}_{rot} , текущий по замкнутой цепи, создает нестационарное вихревое поле векторного потенциала \vec{A} . Оно описывается волновым уравнением. Вихрь поля \vec{A} образует вихревое поле магнитной индукции \vec{B} . Вихревое поле \vec{E}_{rot} пропорционально скорости изменения векторного потенциала.

4. Заряды и токи отсутствуют. В этом случае в волновом уравнении (5.31) остается только левая часть

$$\Delta \vec{A} - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \vec{A}}{\partial t^2} = 0.$$

Уравнение имеет ненулевые решения, которые описывают распространение винтового потока гравитонов в виде возмущений гравитонной среды. Мы воспринимаем эти возмущения как электромагнитные колебания (радиоволны).

Для примера рассмотрим монохроматическую плоскую волну, поле которой является периодической функцией от $(t - x/c)$. Тогда $\vec{A} = \vec{A}_0 \cos(\vec{k}\vec{x} - \omega t)$, где волновой вектор $\vec{k} = \frac{\omega}{c} \vec{n}$, (\vec{n} — единичный вектор в направлении распространения волны). Дифференцируя, получим

$$\Delta \vec{A} - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \vec{A}}{\partial t^2} = -\vec{A}_0 k^2 \cos(\vec{k}\vec{x} - \omega t) + \vec{A}_0 \frac{\omega^2}{c^2} \cos(\vec{k}\vec{x} - \omega t) = 0.$$

Попробуем представить себе картину движения электронов в постоянном электрическом токе. На рисунке 5.3 показан фрагмент потока в виде трех электронов. Каждый электрон окружен собственным присоединенным слоем гравитонов (на рисунке не показано). Это обеспечивает электронам в потоке собственные значения векторного потенциала \vec{A} и магнитного момента. Электроны в потоке ориентированы одинаково и следуют или друг за другом (как на рисунке) или рядом друг с другом. Они не расталкиваются. Электроны вместе с собственным присоединенным слоем гравитонов вращаются по левому винту вокруг своей оси.

Масса гравитонов присоединенных слоев, превышающая собственную, формирует общий для всего потока присоединенный слой снаружи провода (или потока в вакууме). Наружный присоединенный слой гравитонов обтекает поток электронов, двигаясь поступательно во встречном направлении. Это движение определяет вихревое векторное поле векторного потенциала \vec{A} . Линии этого поля замыкаются непосредственно через центры электронов. Можно также сказать, что снаружи проводника с током течет встречный поток энергии поля.

Одновременно наружный присоединенный слой гравитонов вращается вокруг провода (или оси потока в вакууме) вслед за вращением электронов со скоростью, близкой к световой. Это вращение присоединенного слоя формирует вихревое векторное поле \vec{B} снаружи от провода. Линии поля магнитной индукции \vec{B} представляют собой концентрические окружности.

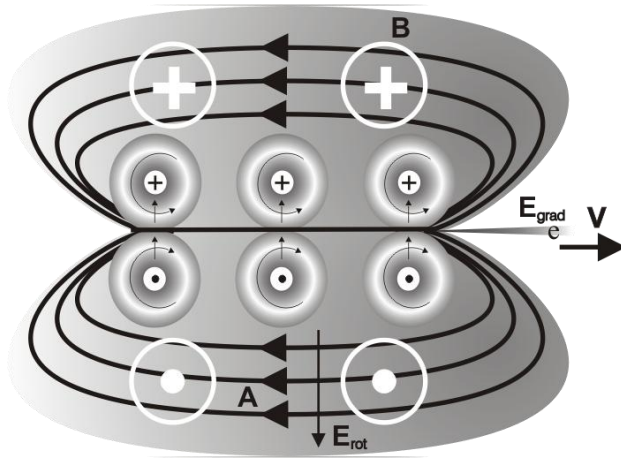


Рис.5.3. Фрагмент структуры электрического тока

При возрастании тока наружный присоединенный слой гравитонов будет расширяться, а значение векторного потенциала \vec{A} в данной точке будет увеличиваться. Формально можно считать, что скорость изменения векторного потенциала формирует снаружи от провода вихревое векторное поле \vec{E}_{rot} . Направление векторов \vec{E}_{rot} совпадает с направлением векторного потенциала \vec{A} . Линии этого поля замыкаются вокруг провода аналогично линиям поля \vec{B} . Для переменного тока периодически будут изменяться со временем направления всех векторов \vec{E}_{grad} , \vec{A} , \vec{B} и \vec{E}_{rot} .

Проведенная модификация уравнений Максвелла позволяет понять разницу между «электрическим полем» и «вихревым электрическим полем» в этих уравнениях. Электрическое поле существует как материальный объект в виде поступательного потока гравитонов внутри провода. Физический смысл вектора \vec{E}_{grad} состоит в том, что он определяет градиент энергии в этом потоке. Вихревого электрического поля как объекта не существует. Вектор \vec{E}_{rot} характеризует скорость изменения вектора \vec{A} — винтового вихревого потока гравитонов снаружи пучка заряженных частиц. Вращение потока гравитонов мы воспринимаем как магнитное поле, а угловую скорость его вращения измеряем как магнитную индукцию \vec{B} .

Интересно отметить, что уравнения Максвелла описывают структуру одиночного электрона. Уравнение (5.26) отображает потенциальный гравитонный поток зарядовой трубки \vec{E}_{grad} . Уравнение (5.31.1) описывает стационарный вихревой поток векторного потенциала \vec{A} , а магнитное поле \vec{B} как вращение потока \vec{A} определяется уравнением (5.32.1).

Следует обратить внимание на то, что в электродинамике наблюдаемыми величинами являются не скалярный и векторный потенциалы, т.е. энергии и импульсы. В разнообразных взаимодействиях проявляют себя только их разности, т.е. производные по времени и координатам:

$$\begin{aligned}\vec{E}_{grad} &= -grad\varphi, \\ \vec{E}_{rot} &= -\frac{\partial \vec{A}}{\partial t}, \\ \vec{B} &= rot\vec{A}.\end{aligned}$$

6. Примеры решений уравнений Максвелла

Модифицированные уравнения Максвелла содержат новые величины напряженностей градиентного \vec{E}_{grad} и вихревого \vec{E}_{rot} электрического поля вместо смешанного вектора \vec{E} . Поэтому приведем не-

сколько примеров решений уравнений, исходя из новой модели. Хотя многие нижеперечисленные положения были открыты как независимые законы, все они являются решениями уравнений Максвелла.

6.1. Решения уравнений Максвелла

Закон Гаусса

Задача электростатики состоит в решении уравнения Пуассона (5.28). По известному электростатическому потенциалу φ поле \vec{E}_{grad} находится из соотношения (5.27). Пусть плотность зарядов ρ задана как функция x, y, z . Заряды размещены в области (2), а наблюдатель находится в точке (1).

Решение уравнения (5.28) хорошо известно:

$$\varphi(1) = \int \frac{\rho(2)dV(2)}{4\pi\epsilon\epsilon_0 r_{12}^2},$$

где r_{12} — расстояние между точками (1) и (2).

Применяя теорему Остроградского-Гаусса к уравнению (5.26), получим закон Гаусса:

$$\int_S (\vec{E}_{grad})_n dS = \int_V \frac{\rho dV}{\epsilon\epsilon_0}.$$

Суммарный поток вектора градиентного электрического поля через замкнутую поверхность равен суммарному электрическому заряду, заключенному внутри этой поверхности.

Закон Кулона

Интегрирование уравнения (6.28) по сферической поверхности радиуса R , проведенной вокруг заряда ρ , приводит к закону Кулона:

$$\vec{E}_{grad} = \frac{\rho \vec{R}}{4\pi\epsilon\epsilon_0 R^3}.$$

Если заряд q_1 поместить в точку (1), а заряд q_2 — в точку (2), то силы, действующие на заряды q_1 и q_2 , равны соответственно:

$$\vec{F}_{12} = \frac{1}{4\pi\epsilon\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r_{12}^2} \vec{e}_{12} = -\vec{F}_{21},$$

где \vec{e}_{12} — единичный вектор, направленный от q_2 к q_1 .

Закон сохранения заряда

Закон сохранения зарядов выражает уравнение непрерывности (5.30), выраженное в дифференциальной форме:

$$\text{div}(\vec{J}_{grad}) + \frac{d\rho}{dt} = 0.$$

Интегрируя по некоторому объему, ограниченному замкнутой поверхностью S , переписем это уравнение в интегральной форме:

$$\frac{d}{dt} \int \rho dV = - \oint \rho \vec{v} d\vec{S}.$$

Левая часть положительна, если полный заряд в данном объеме увеличивается.

Закон Ампера

Для описания магнитостатических явлений уравнение (5.31) записывается в виде: $\text{rot}\vec{B} = \frac{1}{c^2\epsilon\epsilon_0} \vec{J}_{rot}$.

Здесь мы использовали формулу векторного анализа:

$$\Delta\vec{A} = -\text{rot}(\text{rot}\vec{A}) + \text{grad}(\text{div}\vec{A}).$$

По теореме Стокса интеграл от векторного поля по замкнутому контуру равен поверхностному интегралу от нормальной компоненты ротора этого вектора по любой поверхности, натянутой на контур:

$$\oint_{\Gamma} \vec{B} d\vec{l} = \iint_S \text{rot}\vec{B} d\vec{S} = \mu\mu_0 \iint_S \vec{J}_{rot} d\vec{S} = \mu\mu_0 I_{\text{СКВОЗЬ } \Gamma}.$$

Интеграл по поверхности S от тока \vec{J}_{rot} есть полный ток I через эту поверхность и не зависит от ее формы. Циркуляция \vec{B} по любой замкнутой кривой Γ равна полному току I сквозь петлю, умноженному на μ_0 (закон полного тока).

Закон Био и Савара

Найдем магнитную индукцию \vec{B} в точке (1), если ток протекает в области (2). Для постоянного магнитного поля из уравнения (5.31) имеем отношение:

$$\Delta \vec{A} = -\frac{1}{c^2 \epsilon \epsilon_0} \vec{J}_{rot}.$$

Для непрерывной функции \vec{J}_{rot} и при стремлении \vec{A} к нулю на бесконечности решением уравнения Пуассона является ньютонов потенциал функции \vec{J}_{rot} :

$$\Delta \vec{A}(1) = -\frac{1}{4\pi c^2 \epsilon \epsilon_0} \int \frac{\vec{J}_{rot}(2)}{r_{12}} dV_2. \quad (6.1)$$

Найдем магнитную индукцию $\vec{B}(1) = rot \vec{A}(1)$, создаваемую электрическим током $\vec{J}_{rot}(2)$. Для этого применим операцию rot к обеим частям уравнения, пользуясь известной формулой

$$rot(f\vec{A}) = f rot \vec{A} + [grad f \times \vec{A}].$$

Так как дифференцирование производится по координатам точки наблюдения, то плотность тока \vec{J}_{rot} считаем постоянной величиной. Получим окончательно закон Био и Савара:

$$\vec{B}(1) = -\frac{1}{4\pi c^2 \epsilon \epsilon_0} \int \frac{[\vec{J}_{rot}(2) \times \vec{e}_{12}]}{r_{12}^2} dV_2.$$

где \vec{e}_{12} — единичный вектор, направленный из области тока dV_2 в точку наблюдения.

Закон Фарадея

Фарадей сформулировал свой закон следующим образом: заряд Δq , прошедший по замкнутому контуру, пропорционален изменению магнитного потока $\Delta \Phi$, проходящего через этот контур, и обратно пропорционален сопротивлению контура R :

$$\Delta q = \frac{\Delta \Phi}{R}.$$

Однако в уравнениях Максвелла этот закон выражают через электродвижущую силу, возникающую в цепи при изменении магнитного потока. Электродвижущую силу определяют как тангенциальную компоненту сторонней силы на единичный заряд, проинтегрированную по всей цепи. Эта величина равна полной работе, совершаемой над единичным зарядом, когда он обходит один раз вокруг цепи. По теореме Стокса циркуляция \vec{E}_{rot} по замкнутой цепи Γ равна потоку $rot \vec{E}_{rot}$ через любую поверхность, ограниченную контуром Γ :

$$\oint_{\Gamma} \vec{E}_{rot} d\vec{l} = \iint_S rot(\vec{E}_{rot}) d\vec{S}. \quad (6.2)$$

В подынтегральное выражение вставим значение \vec{E}_{rot} из уравнения (5.32):

$$rot(\vec{E}_{rot}) = rot[\vec{v} \times \vec{B}] - \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} = -(\vec{v} \nabla) \vec{B} - \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} = -\frac{d\vec{B}}{dt}.$$

Подставляя это значение в (5.35), получим, что ЭДС в замкнутом контуре равна скорости изменения магнитного потока, проходящего через этот контур:

$$\text{ЭДС} = \oint_{\Gamma} \vec{E}_{rot} d\vec{l} = -\iint_S \frac{d\vec{B}}{dt} d\vec{S} = -\frac{d\Phi}{dt}.$$

Заметим, что здесь учитывается изменение потока и за счет изменения поля и за счет движения контура, чего нет в уравнениях Максвелла.

Для вторичной обмотки катушки индуктивности, содержащей пвитков, при протекании в первичной обмотке переменного тока ЭДС будет определяться выражением

$$\text{ЭДС} = -n \frac{d\Phi}{dt}.$$

Электромагнитная индукция

Явление возникновения электродвижущей силы (ЭДС) во вторичной обмотке катушки индуктивности является основой современной электротехники. Основная идея ЭДС состоит в том, что сторонняя сила разводит заряды в проводнике. При этом она равна кулоновской силе притяжения этих зарядов. ЭДС магнитной индукции во вторичной обмотке катушки индуктивности есть действующая на заряды сторонняя сила, просуммированная по всей длине цепи, точнее, тангенциальная компонента силы на единичный заряд, проинтегрированная по проводнику вдоль замкнутого контура. Проинтегрируем обе части выражения (5.32) по замкнутому витку вторичной обмотки:

$$\text{ЭДС} = \oint_{\Gamma} \vec{E}_{rot} d\vec{l} = \oint_{\Gamma} ([\vec{v} \times \vec{B}] - \frac{\partial \vec{A}}{\partial t}) d\vec{l}. \quad (6.3)$$

Применим эту формулу для расчета ЭДС в простой проволочной петле, состоящей из U-образной неподвижной части и подвижной перемычки. Петля помещена в изменяемое магнитное поле \vec{B} , перпендикулярное плоскости петли. В первом слагаемом считаем, что магнитная индукция \vec{B} не зависит от времени, а скорость $\vec{v} = \partial \vec{L} / \partial t$ не зависит от координат.

Применяя теорему Стокса, получаем сразу правило потока (закон Фарадея):

$$\begin{aligned} \text{ЭДС} &= - \oint_{\Gamma} [\vec{B} \times \frac{d\vec{L}}{dt}] d\vec{l} - \frac{\partial}{\partial t} \oint_{\Gamma} \text{rot} \vec{A} d\vec{S} = \\ &= - \oint_{S} \text{rot} [\vec{B} \times \frac{d\vec{L}}{dt}] d\vec{l} - \frac{\partial}{\partial t} \oint_{\Gamma} \vec{B} d\vec{S} = \\ &= - \oint_{S} \{ (\vec{v} \nabla) \vec{B} - \vec{B} (\nabla \vec{v}) \} d\vec{S} - \frac{\partial}{\partial t} \oint_{\Gamma} \vec{B} d\vec{S} = \\ &= - \oint_{S} \{ (\vec{v} \nabla) \vec{B} - \frac{\partial}{\partial t} \vec{B} \} d\vec{S} = \\ &= - \oint_{S} \frac{d\vec{B}}{dt} d\vec{S} = - \frac{d}{dt} \Phi_{\text{маг}}, \end{aligned}$$

где $\Phi_{\text{маг}}$ – магнитный поток через поверхность s , натянутую на петлю. При этом учитывается изменение магнитного потока и за счет изменения поля и за счет изменения площади контура.

Обратим еще раз внимание на следующее обстоятельство. По определению, ЭДС — это работа по перемещению заряда сторонними (неэлектрическими) силами. ЭДС не может быть получена интегрированием по замкнутому контуру электрической напряженности \vec{E} , как это делают сейчас при решении уравнений Максвелла (5.1-5.4). В нашем случае величина \vec{E}_{rot} не электрического, а магнитного происхождения. Хотя мы и говорим о появлении ЭДС в удаленной цепи, электрическое поле в этой цепи не возникает.

Излучение радиоволн

Решения волнового уравнения (5.31) $\Delta \vec{A} - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \vec{A}}{\partial t^2} = - \frac{1}{c^2 \epsilon \epsilon_0} \vec{J}_{rot}$ для векторного потенциала в частных производных по времени от \vec{A} и больших расстояний от источника хорошо изучены. Если во всех точках (2) известна плотность тока $\vec{J}_{rot}(x, y, z, t)$, то поле в точке (1) представляет собой сумму всех сферических волн, испускаемых в момент $(t - r_{12}/c)$ всеми элементами неподвижного источника, расположенного в точке (2):

$$\vec{A}(1) = \frac{1}{4\pi c^2 \epsilon \epsilon_0} \int \frac{\vec{J}_{rot}(2, t - r_{12}/c)}{r_{12}} dV_2. \quad (6.4)$$

Однако в модифицированном уравнении (5.31) предусмотрен учет зависимости векторного потенциала \vec{A} для движущегося источника тока в виде полной второй производной по времени.

$$\Delta \vec{A} - \frac{1}{c^2} \frac{d^2 \vec{A}}{dt^2} = - \frac{1}{c^2 \epsilon \epsilon_0} \vec{J}_{rot}. \quad (6.5)$$

Применяя к уравнению (6.5) операцию rot , получим волновое уравнение для магнитной индукции \vec{B} с источником $\text{rot}(\vec{J}_{rot})$:

$$\Delta \vec{B} - \frac{1}{c^2} \frac{d^2 \vec{B}}{dt^2} = - \frac{1}{c^2 \epsilon \epsilon_0} \text{rot}(\vec{J}_{rot}).$$

Применяя к уравнению (6.5) операцию $\partial / \partial t$, получим волновое уравнение для вектора \vec{E}_{rot} с источником $\frac{\partial}{\partial t}(\vec{J}_{rot})$:

$$\Delta \vec{E}_{rot} - \frac{1}{c^2} \frac{d^2 \vec{E}_{rot}}{dt^2} = - \frac{1}{c^2 \epsilon \epsilon_0} \frac{\partial}{\partial t}(\vec{J}_{rot}).$$

Электрический потенциал φ не удовлетворяет волновому уравнению. Радиоволну образуют векторный потенциал \vec{A} и магнитная индукция $\vec{B} = \text{rot}\vec{A}$. Эти векторы имеют сдвиг по направлению на $\pi/2$. Но по времени они синфазны. Поэтому нельзя говорить, что энергия в волне перетекает за период из индукции \vec{B} в потенциал \vec{A} и обратно.

Вихревое электрическое поле $\vec{E}_{rot} = [\vec{v} \times \text{rot}\vec{A}] - \frac{\partial \vec{A}}{\partial t}$ существует лишь при изменении векторного потенциала во времени либо при движении источника относительно приемника.

Обозначая \vec{v} — скорость движения источника, вычислим вторую производную по времени в уравнении (6.5):

$$\begin{aligned} \frac{d^2 \vec{A}}{dt^2} &= \frac{d}{dt} \left((\vec{v}\nabla)\vec{A} + \frac{\partial \vec{A}}{\partial t} \right) = (v\nabla) \left((\vec{v}\nabla)\vec{A} + \frac{\partial \vec{A}}{\partial t} \right) + \frac{\partial}{\partial t} \left((\vec{v}\nabla)\vec{A} + \frac{\partial \vec{A}}{\partial t} \right) = \\ &= \text{rot}[v \times \text{rot}[v \times A]] - 2 \frac{\partial}{\partial t} \text{rot}[v \times A] + \frac{\partial^2 A}{\partial t^2}. \end{aligned} \quad (6.6)$$

Вычислим вид уравнения (6.5) для случая, когда источник тока движется по оси OX с постоянной скоростью. При вычислении выражения (6.6) примем следующие упрощения:

- волна распространяется в направлении оси OX, вектор $\vec{A} \perp \vec{v}$,
- вектор \vec{A} имеет только составляющую \vec{A}_y ,
- составляющая \vec{A}_y вектора \vec{A} зависит только от координаты x и времени,
- смешанные производные от \vec{A}_y равны нулю.

Тогда выражение (6.6) будет равно $\frac{d^2 \vec{A}_y}{dt^2} = v^2 \frac{\partial^2 \vec{A}_y}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \vec{A}_y}{\partial t^2}$.

Уравнение (7.5) запишется в виде:

$$(1 - v^2) \frac{\partial^2 \vec{A}}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \vec{A}}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \vec{A}}{\partial z^2} - \frac{\partial^2 \vec{A}}{c^2 \partial t^2} = - \frac{1}{c^2 \varepsilon \varepsilon_0} \vec{J}_{rot} \quad (6.7)$$

Значения координаты x мы должны взять в запаздывающий момент $x - vt$. Отсюда видно, что координаты преобразуются с помощью преобразований Лоренца:

$$x' \rightarrow \frac{x - vt}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}, \quad y' \rightarrow y, \quad z' \rightarrow z.$$

Таким образом, преобразования Лоренца являются следствием решения модифицированных уравнений Максвелла. Уравнения Максвелла описывают поля движущихся источников. Множитель $\sqrt{1 - v^2/c^2}$ уже «содержится в уравнениях», поэтому уравнения Максвелла инвариантны к релятивистским преобразованиям. Формулу (6.7) мы получили только для векторного потенциала \vec{A} , т.е. для магнитодинамики.

6.2. Плотность энергии и вектор потока энергии поля

В электростатике плотность энергии можно записать как

$$u = \frac{\varepsilon \varepsilon_0}{2} (\vec{E}_{grad} \cdot \vec{E}_{grad}).$$

В магнитодинамике выражение для плотности энергии приобретает вид:

$$u = \frac{\varepsilon \varepsilon_0}{2} (\vec{E}_{rot} \cdot \vec{E}_{rot}) + \frac{\varepsilon \varepsilon_0 c^2}{2} (\vec{B} \cdot \vec{B}).$$

По определению, импульс — это поток массы, энергия — это поток импульса, а вектор Пойнтинга определяет поток энергии:

$$\vec{S} = \varepsilon \varepsilon_0 c^2 [\vec{E}_{rot} \times \vec{B}], \quad (6.8)$$

где $\vec{E}_{rot} = [\vec{v} \times \text{rot}\vec{A}] - \frac{\partial \vec{A}}{\partial t}$, $\vec{B} = \text{rot}\vec{A}$.

Вектор Пойнтинга в общем случае зависит от скорости движения источника векторного потенциала и скорости его изменения. Для неподвижного источника в выражение входит только частная производная по времени

$$\vec{S} = -\varepsilon \varepsilon_0 c^2 \left[\frac{\partial \vec{A}}{\partial t} \times \text{rot}\vec{A} \right]. \quad (6.9)$$

Составляющие вектора Пойнтинга являются производными от векторного потенциала \vec{A} по времени и пространству. Они сдвинуты по фазе относительно \vec{A} в разные стороны. Поток энергии (7.9) не равен нулю

только при изменении векторного потенциала во времени. Постоянные токи не сопровождаются потоками энергии поля, что и подтверждается на опыте.

Для примера рассмотрим монохроматическую плоскую волну, поле которой является периодической функцией от $(t - x/c)$. Тогда $\vec{A} = \vec{A}_0 \cos(\vec{k}\vec{x} - \omega t)$, где волновой вектор $\vec{k} = \frac{\omega}{c}\vec{n}$, (\vec{n} — единичный вектор в направлении распространения волны). Дифференцируя, получим

$$\vec{S} = \varepsilon\varepsilon_0 c^2 \omega \vec{k} \vec{A}_0^2 \sin^2(\vec{k}\vec{x} - \omega t).$$

Интегрирование за период дает положительное значение этой функции.

Рассмотрим снова длинный проводник с током (рис. 6.1).



Рис. 6.1. Параметры поля при возрастании тока в проводнике

При увеличении тока в проводнике в окружающем пространстве возникнет вихревое электрическое поле, направленное противоположно исходному току. По формуле (6.9) вектор Пойнтинга будет направлен по радиусу от провода. При уменьшении тока направление \vec{E}_{rot} будет противоположным — вектор Пойнтинга будет направлен по радиусу к проводу. Энергия будет возвращаться в проводник. При постоянном токе потока энергии от проводника нет.

Импульс поля

Плотность потока импульса поля (т.е. импульс единицы объема поля) равна вектору Пойнтинга, деленному на c^2 . Для неподвижного источника получим $\vec{P} = -\varepsilon\varepsilon_0 \left[\frac{\partial \vec{A}}{\partial t} \times rot \vec{A} \right]$ — импульс поля отличен от нуля только в нестационарных случаях. При циркуляции поле обладает моментом импульса.

Физический смысл векторного потенциала

Из уравнения (5.32) видно, что в нестационарном случае вихревая составляющая сторонней магнитной силы, действующей на единичный положительный заряд $\vec{E}_{rot} = -\frac{\partial \vec{A}}{\partial t}$. Если сравнить это выражение с вторым законом Ньютона $F = \frac{dp}{dt}$, то очевиден и физический смысл векторного потенциала ($-\vec{A}$) как импульса, которым обладает единичный заряд. Таким образом, при протекании в проводнике электрического тока импульс потока зарядов компенсируется противоположно направленным импульсом потока векторного потенциала.

Электрический потенциал φ электростатического поля, созданного электрическими зарядами ρ , — это энергия единичного положительного заряда в данной точке поля. Векторный потенциал \vec{A} магнитного поля, созданного вихревыми токами \vec{j}_{rot} , — это взятый с противоположным знаком импульс единичного положительного заряда в данной точке поля.

6.3. Модель электромагнитной индукции

Рассмотрим на модели явление электромагнитной индукции (рисунок 6.2). Пусть имеется проводник 1 с током, а параллельно ему помещен другой проводник 2. Вокруг проводника 1 вращается поток гравитационного поля.

тонов, который мы наблюдаем как магнитное поле. Магнитная индукция \vec{B} в месте расположения проводника 2 направлена на читателя.



Рис. 6.2. Схема электромагнитной индукции

Магнитный поток действует на свободные электроны в проводнике 2 так, что они ориентируются зарядовой трубкой по направлению вектора \vec{B} . Повторим еще раз, что у всех быстровращающихся тел есть одна общая черта. Под действием внешних моментов сил ось быстровращающегося тела поворачивается не в той плоскости, в которой она повернулась бы без быстрого вращения, а в плоскости ей перпендикулярной. При этом движение оси под действием постоянного момента происходит не с ускорением, а с постоянной угловой скоростью и продолжается лишь до тех пор, пока действует внешний момент. Как только прекращается действие внешнего момента, сразу же прекращается и движение оси.

Силовое действие потока гравитонов на неподвижные электроны сводится к их сдвигу "гравитонным ветром". Но при сдвиге центра масс быстро вращающегося тела происходит смещение тела в направлении, перпендикулярном направлению силы. На рис.6.3 (рисунок слева) показано, что если поток \vec{B} сдвигает центры масс составляющих электрон нейтрино, то верхний из них стремится сместиться вправо, а нижний — влево. Этот момент сил разворачивает электроны магнитным моментом (зарядовой трубкой \vec{E}) вниз, по направлению потока \vec{B} (рисунок справа).

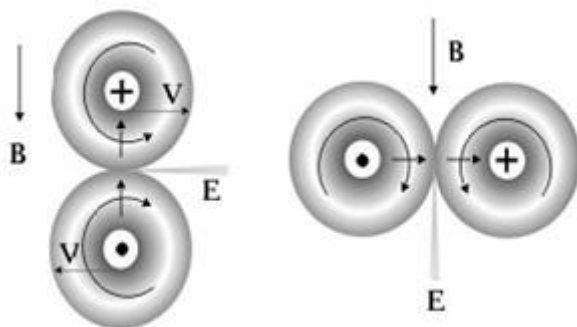


Рис. 6.3. Ориентирование неподвижного электрона в магнитном поле

Увеличение тока в проводнике 1 (рис.6.2) приводит к увеличению значения векторного потенциала \vec{A} в области проводника 2. Но возрастание векторного потенциала эквивалентно появлению вихревого электрического поля $\vec{E}_{rot} = -\frac{\partial \vec{A}}{\partial t}$. Эта сторонняя сила для положительных зарядов направлена против производной $\frac{\partial \vec{A}}{\partial t}$, т.е. от проводника 2 к проводнику 1, а для электронов — в противоположную сторону. Возникшая сила стремится сместить ориентированные электроны на рисунке 6.1 вниз. Но при таком смещении центры масс электронов попадают в область собственных вихревых скоростей, что приводит к их осевому дрейфу влево вдоль оси проводника.

То же самое произойдет, если мы начнем приближать проводник 1 к проводнику 2. Движение проводника вызовет движение сцепленного с ним пограничного слоя поля, т.е. «гравитонный ветер». Этот «ветер» будет стремиться сместить электроны вниз, что приведет к их дрейфу влево. Наведенный ток будет иметь направление, противоположное исходному. При уменьшении тока в проводнике 1 «гравитонный ветер» направлен вверх и наведенный ток в проводнике 2 потечет вправо, в ту же сторону, что и исходный. Отсюда и следует правило Ленца.

Таким образом, электроны во вторичной цепи ориентируются под действием магнитного поля тока и смещаются за счет изменения магнитного поля в точках размещения этой цепи. Особенностью механизма смещения является то, что электроны дрейфуют «бокком», а не вдоль своей оси, как при действии электрических сил. Работа при этом не совершается и магнитное поле от индукционного «стороннего тока» не возникает. Смещение зарядов в удаленном проводнике является источником наведенной в нем ЭДС. Она вызвана сторонней силой за счет изменения векторного потенциала во времени.

На рисунке 6.4 представлена схема вторичной цепи трансформатора, замкнутой на конденсатор. Проведенный анализ механизма движения зарядов позволяет различать индукционный ток зарядов J_{ind} во вторичной обмотке трансформатора, ток проводимости J_{rot} в цепи и ток J_{grad} через конденсатор.

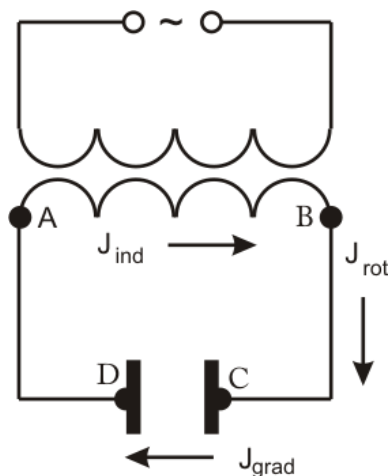


Рис. 6.4. Токи во вторичной цепи

На рис. 6.5 представлена схема взаимодействия двух однонаправленных токов.

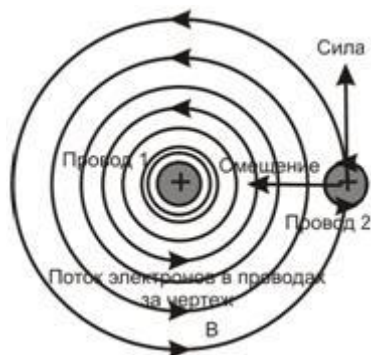


Рис. 6.5. Взаимодействие однонаправленных токов

На рисунке изображены два проводника, в которых токи электронов направлены за чертеж. В проводнике 2 электроны, образующие ток, ориентированы так, что их зарядовые трубки направлены вдоль оси проводника. Поток магнитной индукции от проводника 1 воздействует на быстровращающиеся электроны в проводнике 2, смещая их центры масс вверх, где линейная скорость вращения направлена влево, к проводнику 1. Поэтому поток электронов проводника 2 будет смещаться к проводнику 1. Если электроны идут не в свободном потоке, а в проводнике, то возникнет сила, стремящаяся переместить этот проводник. Аналогично магнитное поле проводника 2 смещает электроны проводника 1. Это механизм вихревого взаимодействия.

Если по проводникам течет ток, то эти токи притягиваются, если они имеют одинаковое направление, и отталкиваются при противоположно направленных токах. Это справедливо для движения двух электронов, для токов в вакууме и токах в проводниках.

Распространенное мнение о том, что притягиваются только металлические провода с одинаковым направлением токов, а потоки "голых" электронов всегда отталкиваются, не обосновано. Если все электро-

ны в потоке одинаково ориентированы, то они притягиваются друг к другу, — происходит шнурование потока. Электрическое поле одиночного электрона векторное, оно насыщается при замыкании на положительный заряд.

6.4. Модель распространения радиоволн

В классической электродинамике свет (инфракрасные, видимые и ультрафиолетовые лучи), рентгеновские лучи и гамма-лучи часто называют «электромагнитным излучением» и относят к «электромагнитным волнам». Считается, что все эти явления имеют единую природу, различаясь лишь частотой (табл.1).

Таблица 1

Диапазоны	Радиоволны	Свет			Рентгеновские лучи	γ -излучение
		ИК	Видимый свет	УФ лучи		
Длина волн λ , м	$3 \cdot 10^1 - 5 \cdot 10^{-4}$	$5 \cdot 10^{-4} - 8 \cdot 10^{-7} - 4 \cdot 10^{-7} - 10^{-9}$			$2 \cdot 10^{-9} - 6 \cdot 10^{-12}$	$10^{-10} - 10^{-13}$
Частота f , Гц	$10^7 - 6 \cdot 10^{11}$	$6 \cdot 10^{11} - 3,75 \cdot 10^{14} - 7,5 \cdot 10^{14} - 3 \cdot 10^{17}$			$1,5 \cdot 10^{17} - 5 \cdot 10^{19}$	$3 \cdot 10^{18} - 3 \cdot 10^{21}$
Метод получения	Переменные токи	Атомные процессы			Взаимодействие электронов и ядер	Ядерные процессы

Квантовая физика различает фотоны-частицы (свет, рентгеновские лучи, γ -излучение) и радиоволны. Радиоволны — это колебания в среде гравитонов. Они представляют собой волны прецессий осей вихревых частиц поля. Прецессии возникают при движении объектов в среде. Радиоволны объединяет с фотонами скорость распространения $\sim 3 \cdot 10^8$ м/с. Это средняя «тепловая» скорость гравитонов электромагнитного поля.

В видимой части Вселенной существует *реликтовый фон* — это радиоволны с длинами от 0,6 мм до 50 см. Плотность энергии реликтового излучения составляет около $0,25$ эВ/см³. Характеристики соответствуют излучению абсолютно черного тела с температурой около $2,7$ К и описываются формулой Планка.

Сейчас микроволновое реликтовое излучение интерпретируется как излучение, дошедшее до наших дней со времени Большого взрыва [12]. Расширение Вселенной приводит к увеличению длины существующих волн. Некорректность интерпретации состоит в том, что микроволновое излучение сейчас рассматривается как «растянутые» фотоны, а не как радиоволны, т.е. колебания в сплошной среде гравитонного поля. Однако никаким растяжением фотоны-частицы нельзя превратить в радиоволну.

Радиоволны реликтового фона могут возбуждаться каким-то источником. Самый вероятный их них — это фотоны с малой энергией. В частности, колебания в прилегающем к фотону слое гравитонов возникают при вращении фотона вокруг своей оси. Это вращение определяет энергию фотона и, соответственно, длину возбуждаемой радиоволны. Собственная частота фотона соответствует собственной частоте электрона $\nu_0 = 1,76 \cdot 10^{11}$ Гц или $\lambda \approx 2$ мм.

Рассмотрим обычную ситуацию, когда источником радиоволн служат переменные токи в проводниках. Дальнейшее поведение импульса возмущения в поле зависит от частоты возмущений и размеров цепи. За четверть периода возрастания тока фронт потока энергии отойдет от излучателя на четверть длины волны: $L = cT/4$. Импульс возмущения будет продолжать свое движение, как любое возмущение в газе. В следующую четверть периода ток в проводе будет убывать. Энергия начнет втекать обратно в провод из прилегающего пространства. В первое мгновение будет уменьшена амплитуда заднего фронта первого импульса. За четверть периода убывания тока в провод будет передана вся энергия из ближайшего окружения, отстоящего от провода на расстоянии $\lambda/4$. Но фронт первого импульса к концу полупериода отойдет от излучателя на $\lambda/2$. Из-за конечной скорости распространения импульсов вернуть всю ушедшую энергию уже не удастся.

Таким образом, в радиоволне энергия излучается импульсами. Ширина импульса равна половине периода излучателя — интервалу возрастания и убывания тока. На рисунке 6.6 представлена картина электромагнитного излучения диполя — вибратора Герца. Рисунки выполнены самим Герцем. Они взяты из его статьи «Силы электрических колебаний с точки зрения теории Максвелла».

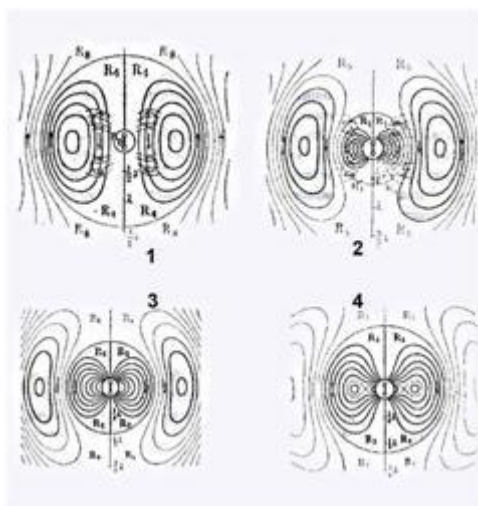


Рис. 6.6. Образование вихрей поля в вибраторе Герца

При работе вибратора от него периодически отделяются дискретные замкнутые тороидальные вихри, показанные сплошными силовыми линиями. Каждый вихрь представляет один полупериод колебаний. Это наглядно видно из рисунков, на которых представлены четыре момента времени.

Рисунок 1 представляет начало нового колебания. Электрический ток в вибраторе проходит через положение равновесия, достигая наибольшей скорости. На рисунке 2 показано, что нарождающийся новый вихрь раздувается и расталкивает в стороны предыдущий вихрь. На рисунке 3 представлен момент максимального тока, когда все силовые линии еще замкнуты на разрядный промежуток вибратора. На рисунке 4 мы видим заключительную фазу формирования нового вихря при уменьшении тока до нуля. Силовые линии замыкаются между собой, вихрь принимает форму замкнутого тороида. Уже имея начальную скорость в средней плоскости, он начинает расходиться от вибратора сразу вслед за предыдущим вихрем.

Отделившиеся от вибратора полые тороидальные «радиовихри Герца» расширяются со световой скоростью как вихревые возмущения в сплошной среде гравитонов. Принципиально их структура не отличается от присоединенных вихрей частиц. Тороидальное вращение соответствует потоку векторного потенциала \vec{A} . Кольцевое вращение определяет магнитную индукцию \vec{B} . Векторы \vec{A} и \vec{B} ортогональны скорости \vec{v} , т.е. радиоволны поперечны. Электрических полей в радиовихре нет. При переменном токе в излучателе направления векторов \vec{A} и \vec{B} изменяются за период.

При изменении направления тока в проводе картина ухода энергии полностью повторяется. Таким образом, при высокой частоте присоединенные к вибратору вихри отделяются от него, унося энергию излучателя в виде импульсов. Длительность импульсов — половина периода задающего тока. На практике размеры цепи выбирают такими, чтобы время распространения изменений электромагнитного поля в ней было бы сравнимо с периодом колебаний тока. Излучение будет максимальным, если внутри излучающей системы энергия будет значительно меньше, чем вне ее.

Отрыв вихрей от излучателя размером r происходит, начиная с определенной частоты f . Для оценки этого значения предположим, что наружная часть вихря ограничена окружностью с радиусом $15r$. Вихрь полностью оторвется от излучателя, когда время прохождения гравитонов по наружной части вихря будет больше половины периода:

$$f > \frac{c}{2\pi 15r} \approx 3,2 \cdot 10^6 \frac{1}{r}.$$

При размерах излучателя 1 м частота должна превышать 3 МГц.

Кроме тороидальных «вихрей Герца» уравнениям Максвелла удовлетворяют компактные кольцевые вихри, перемещающиеся перпендикулярно своей плоскости. Такие вихри могут отделяться от плоского излучателя вдоль его оси. На практике структура таких волн изучена недостаточно.

Приходящий на приемную антенну пульсирующий поток энергии вихрей вызывает в ней смещение свободных зарядов так, как было показано выше для модели электромагнитной индукции. Среди множества периодических возмущений колебательный контур резонансно выделяет сигнал только определенной частоты.

Заключение

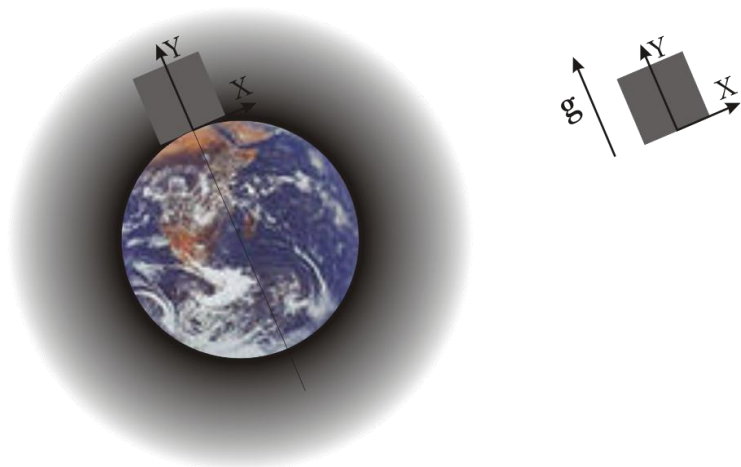
С начала XX века нас почти убедили в том, что существует лишь видимая реальность, материальная внешняя данность вещей. Когда мы смотрим на себя в зеркало, мы не видим того *внутреннего* человека, который живет в каждом из нас и который определяет наше бытие и сознание. Точно так же мы считали, что материя — это «*объективная реальность, данная нам в ощущениях*». Но к концу XX века вдруг оказалось, что «в ощущения» нам дано лишь 4,5% всей материи нашей Вселенной. Следовательно, в каждой вещи есть свой внутренний мир, который не доступен наблюдению и который определяет бытие вещей.

Во введении было сказано, что прошедшее столетие было торжеством формально-математических методов в физике. Конечной целью считалось установление количественных соотношений, написание уравнений для данного случая. Непонятные явления объяснялись введением новых полей и частиц с еще более непонятными свойствами. Для примера можно указать на свойства кварков и глюонов при объяснении сильного взаимодействия. Поэтому к началу XXI века физическая картина мира предстала перед нами в виде фрагментарной мозаики знаний, полужнаний и научной фантастики.

Мир, однако, намного более цельный, глубокий и сложный, чем его описывает Стандартная Модель. Цельность мира определяется тем, что он возник из одного источника — первичной праматерии. Глубина мира заключается в его многоуровневости, вложенности энергетических состояний. Сложность же состоит в том, что мир не статичен, объекты непрерывно взаимодействуют между собой. И физика должна ответить на вопрос: как устроен этот мир во всем его многообразии?

Сегодня уже всем ясно, что формальные методы в физике себя исчерпали: за последние 30 лет фактически не предложено ни одной новой крупной идеи. Необходим поворот к качественному переосмыслению огромного экспериментального материала. А это невозможно сделать без обращения к вопросам о наших основополагающих представлениях.

В специальной теории относительности (СТО) А. Эйнштейн отказался от эфира как всеобщей системы отсчета, так как в ней события в одной инерциальной системе отсчета сравнивались только с событиями в другой инерциальной системе отсчета. Но в общей теории относительности (ОТО) события в гравитационном поле эквивалентны событиям в неинерциальной системе отсчета. На рисунке слева изображен лифт, стоящий на Северном полюсе в гравитационном поле Земли. Движения тел в нем эквивалентны движениям в лифте, изображенном на рисунке справа, когда Земли уже нет. Этот лифт движется с ускорением g вверх. Но относительно чего он движется? И Альберт Эйнштейн снова вводит в рассмотрение отвергнутый им ранее эфир. Он говорил: «Если раньше думали, что если из Вселенной извлечь материю — пространство и время останутся, теперь же с появлением теории относительности, считают, что без материи времени и пространства нет». Почему-то это его мнение игнорируется почти 100 лет.



Таким образом, заполнение материей всего пространства Вселенной в вихревой модели не противоречит ни специальной, ни общей теориям относительности. Из рассмотрения структуры Черных дыр вытекает существование у них ядер в виде бесструктурной сверхсжатой праматерии. Эта субстанция в виде континуума заполняет все пространство Вселенной. При фазовых переходах в ней образуются вихревые

структуры, которые мы воспринимаем как частицы. Так решается проблема непрерывности материи в наблюдаемых прерывных (квантованных) полях.

Все многообразие мира вокруг нас есть проявление немногих основных начал. Предложенная в данной работе система уровней материи и вихревая модель микромира позволяют расширить физические представления об окружающем мире. Вся работа построена на гипотезе вихревой структуры квантованных полей и элементарных частиц, заполняющих пространство Вселенной. Гипотеза является развитием идей Р. Декарта, М. Фарадея, Дж. К. Максвелла, Дж. Дж. Томсона и др. В данной модели поля, частицы и вещество представляются лишь различными формами движения вихрей единой материи. Переход из одной формы движения в другую обусловлен энергией вихрей. Первоначальная энергия запасена в вихрях с момента Большого взрыва.

Началу нашей Вселенной положило взрывообразное расширение праматерии — сверхсжатой сверхтекучей субстанции, непрерывного континуума. Праматерия заполняет Белые дыры, которые являются ядром Черных дыр. Она имеет максимальную энтропию при температуре $T=0$ К. Праматерия обладает свойствами антигравитации: она может только расширяться одновременно во всех своих точках. При этом благодаря сверхтекучести она однородна по занимаемому объему, поддерживая изотропную плотность энергии.

В процессе остывания среды при расширении сформировалась иерархическая система вложенных квантованных энергетических уровней материи. В конце инфляционного этапа ламинарный режим расширения праматерии сменился турбулентным режимом с образованием множества энергичных вихрей нейтрально или «Темной энергии». При взаимодействии между собой, вихри нейтрально создали составные бозоны фотино и фермионы гравитоны или «Темную материю», непрерывно движущиеся со скоростью c . Вихревые гравитоны служат квантами электромагнитного поля.

Вещество возникает в процессе конденсации потоков гравитонов в вихри нейтрино, из которых сформировались частицы, сгруппировавшиеся затем в атомы и молекулы. При дальнейшем остывании взаимодействие элементов вещества приводит к объединению его фрагментов в планеты, звезды и Галактики. При этом вихревой характер вещественных образований сохраняется. Вещество погружено в гравитонную среду электромагнитного поля. Движение частиц вещества в этой среде с малой скоростью происходит по инерции без совершения работы.

Фундаментальные взаимодействия между частицами вещества не являются специфическими. Они обусловлены градиентом статического давления гравитонов. Каждая частица или фрагмент вещества окружены вихревым слоем энергичных гравитонов. Увлечение этим слоем других частиц рассматривается как сильное взаимодействие. Полное давление гравитонов в присоединенном слое складывается из динамического давления и статического давления. Возле каждого элемента вещества образуется градиент статического давления гравитонов, который и обуславливает поле гравитации. Электрическое взаимодействие между зарядами также обусловлено градиентом статического давления в потоках гравитонов.

Анализ структуры электрона позволил выявить модельную сущность заряда как интенсивность исходящего вращающегося лучевого потока гравитонов. Магнитное поле интерпретируется как вращающийся поток гравитонов. Эти представления позволяют считать модель наглядной иллюстрацией специальной теории относительности.

При образовании частиц вещества из гравитонов и при формировании составных частиц из нейтрино часть кинетической энергии поступательного и вращательного движений исходных элементов переходит в скрытую внутреннюю энергию образуемых частиц. Эта энергия проявляет себя как масса. Масса не является врожденным свойством материи. Она возникает в структурированных образованиях материи.

В вихревой модели оказалось возможным восстановить представления Г. Лоренца о продольной и поперечной массах частиц. Основная часть материи представляет собой полевые частицы в виде тороидальных вихрей. Они имеют цилиндрическую симметрию. Поэтому в продольном направлении их нужно считать безмассовыми, а в поперечном направлении они обладают и массой и инерцией.

Различие в продольной и поперечной массах относится и к частицам вещества. Это различие связано со структурой частиц. Электрон, составленный из двух нейтрино, имеет ненулевую продольную массу. Поперечная масса электрона равна нулю. Фотон, который также состоит из двух нейтрино, имеет нулевую продольную массу. А поперечная масса фотона равна массе электрона.

Рассмотрение вихревой модели позволило по-новому интерпретировать опытные данные о микромире, а также предложить несколько новых положений:

1. Наша Вселенная возникла из праматерии — непрерывного континуума в виде сверхсжатой и сверхтекучей субстанции, обладающей свойством антигравитации. Праматерия заполняет Белые дыры, которые составляют ядра Черных дыр.
2. Материя во Вселенной распределена по дискретным вложенным энергетическим уровням поля и вещества. Кванты каждого уровня представляются вихревыми образованиями, возникшими в среде вышестоящего уровня. Ускорению расширения Вселенной способствует выделение энергии связи при сбросе части полевой материи в вещество.
3. Частицы вещества являются вихрями в среде электромагнитного поля. Вещество погружено в электромагнитное поле. Квантами поля являются вихревые гравитоны. Потоки гравитонов обеспечивают все взаимодействия между частицами. Сильное, электромагнитное и гравитационное взаимодействия есть проявление вихревого взаимодействия. Слабое взаимодействие обусловлено силами инерции энергичных частиц. Гравитационное взаимодействие осуществляется со средой.
4. В структуре частиц вещества содержатся как элементы материи, так и антиматерии.
5. Продольная и поперечная массы частиц определяются собственной кинетической энергией соответствующих потоков гравитонов. Фотоны переносят момент импульса между частицами вещества благодаря наличию поперечной массы.
6. Заряд частицы определяется как собственная интенсивность исходящего вращающегося лучевого потока гравитонов. В ядре атома нет кулоновских сил отталкивания между протонами. Электроны в потоке не расталкиваются.
7. Дифракция частиц обусловлена квантованием их момента импульса при взаимодействии с краями преграды.
8. Электроны атома вращаются вместе с протонами ядра по законам движения твердого тела за счет того, что каждый электрон соединен с соответствующим протоном ядра вихревой зарядовой трубкой. Аналогичным образом поддерживаются связи атомов в молекулах.
9. Конфайнмент кварков объясняется их перестройкой внутри частицы.
10. Массивные тела не притягиваются друг к другу. Гравитационные поля обусловлены градиентом статического давления окружающей гравитонной среды.
11. Основные реакции синтеза He^4 происходят в плазменных потоках солнечной короны.
12. Уравнения Максвелла разделяются на электростатическую и магнитодинамическую части. Вектор Пойнтинга не равен нулю лишь в нестационарных случаях. Силовое действие тока поддерживается за счет сторонней магнитной силы.
13. Радиоволна распространяется в среде гравитонов электромагнитного поля в виде расходящихся вихревых возмущений с двумя поперечными составляющими потока поля: векторным потенциалом \vec{A} и магнитной индукцией \vec{B} . В радиоволне нет взаимопревращений электрического и магнитного полей.

Литература

1. Джеммер М. Понятие массы в классической и современной физике УРСС, М., 2003.
2. Пакулин В.Н. Вихревая модель микромира. НТФ «Истра», СПб, 2003.
3. Пакулин В.Н. Vortex Model of MicroWorld. NTF«Istra»,SPb, 2004 (англ.).
4. Пакулин В.Н. Структура поля и вещества. СПб, НТФ «Истра», 2007.
5. Ландау Л.Д. Лифшиц Е.М. Теория поля. М., Физматгиз, 1960.
6. Ландау Л.Д. Лифшиц Е.М. Квантовая механика. Нерелятивистская теория М., Физматгиз, 1963.
7. Окунь Л.Б. Понятие массы. УФН,158,3, 511-530, 1989.
8. Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике. Том 7, Физика сплошных сред. М., Мир, 1966.
9. Максвелл Джеймс К. Избранные сочинения по теории электромагнитного поля. Пер. под ред. П.С. Кудрявцева. М.: Гос. изд. технико-теорет. лит., 1952.
10. Максвелл Джеймс К., Трактат об электричестве и магнетизме в 2-х томах. Изд. Наука, Москва, 1992.
11. Фейнман Р., Р. Лейтон, М. Сэндс. Фейнмановские лекции по физике. Том 6. Изд. «Мир», М., 1966, с.294.
12. Зельдович Я.Б., «Горячая» модель Вселенной. УФН, 1966, т. 89, в. 4, с. 647.
13. Пакулин В.Н. Структура материи. СПб, НТФ «Истра», 2011.