

РЕЛЕАКСАЦИЯ

Б. В. Пилат

ИЗЛУЧЕНИЕ И ПОЛЕ

МОСКВА



Пилат Борис Вольфович

Излучение и поле. — М.: ЛЕНАНД, 2006. — 248 с. (Relata Refero.)

В настоящей книге предлагается ряд новых гипотез, одна из которых состоит в том, что квант, являющийся реальным сгустком энергии, перемещается в пространстве по винтовой линии. Квант взаимодействует с пространством, чем, отчасти, и обусловлен эффект «красного смещения». В соответствии с теорией Нордстрема, скорость света всегда постоянна.

Автор отказывается в существовании «парадоксу близнецов», вводя понятие «изменение параметров континуумов». Образно говоря, континуум, или мир, Эйнштейна всегда меньше мира Ньютона.

Выдвигается гипотеза, что гравитоны, также являясь квантами энергии, напоминают конфигурации медленно вращающегося жгута.

По мнению автора, мировой порядок объясняется универсальной силой, направленной к центру вращения $F_{\pi} = c^4/G$.

Эти и другие удивительные гипотезы читатель найдет в настоящей книге.

Рекомендуется как специалистам-физикам, так и широкому кругу читателей.

Отпечатано в типографии ООО «ЛЕНАНД».

117312, г. Москва, пр-т 60-летия Октября, д. 11А, стр. 11.

Подписано к печати 13.06.2006 г. Формат 60×90/16. Печ. л. 15,5. Зак. № 596.

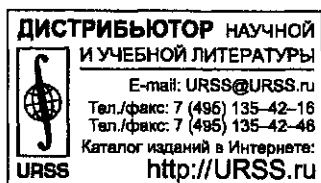
10-значный ISBN, применяемый до 2007 г.:

ISBN 5-9710-0083-7

Соотв. 13-значный ISBN, вводимый с 2007 г.:

ISBN 978-5-9710-0083-9

© Б. В. Пилат, 2006



3971 ID 37366



Оглавление

Введение.....	6
Глава I. Заметки о волновой оптике	12
§ 1.1. Концепция.....	12
§ 1.2. Парадоксы дифракции.....	17
1.2.1. Дифракция электронов	17
1.2.2. Влияние формы отверстия на дифракцию	19
§ 1.3. Интерференция.....	24
§ 1.4. Поляризация.....	27
§ 1.5. Замкнутые космологические системы	38
§ 1.6. Принцип соразмерности	45
§ 1.7. Интенсивность излучения	46
§ 1.8. Некоторые итоги.....	48
Глава II. Квант и пространство.....	53
§ 2.1. Свет, как инородное тело.....	53
§ 2.2. Перемещение фотона в физическом вакууме	56
§ 2.3. Два вида вращения фотона	58
§ 2.4. Уравнения винтовой линии.....	63
§ 2.5. Характеристики квантов	73
§ 2.6. Квант и поле	76
§ 2.7. Зарождение кванта	82
§ 2.8. Собственное вращение (спин) кванта	84
§ 2.9. Деформация кванта и метрики.....	89
§ 2.10. Квант и вещество	95
§ 2.11. Квант и постоянная Планка	100
§ 2.12. Квант и неопределенность	103
§ 2.13. Красное смещение	106

Глава III. Пространство-время	117
§ 3.1. Проблемы эфира	117
§ 3.2. Поля	126
3.2.1. Фотоны	126
3.2.2. Электромагнитные волны в проводнике	130
3.2.3. Гравитационное поле.....	131
3.2.4. Взаимодействие поля с электромагнитным сгустком энергии	133
3.2.5. Фотон и гравитон.....	136
3.2.6. Носители гравитации.....	137
§ 3.3. Свет и поле.....	138
3.3.1. Принцип наименьшего принуждения.....	138
3.3.2. Квант и системы отсчета (общие соображения).....	140
3.3.3. Теория гравитации Г. Нордстрема	142
3.3.4. Взгляды А. Эйнштейна	145
§ 3.4. Экспериментальная проверка общей теории относительности.....	152
§ 3.5. Инвариантность	167
3.5.1. Топология.....	167
3.5.2. Измерение массы электрона	179
§ 3.6. Следствия специальной теории относительности.....	187
§ 3.7. Парадокс близнецов	193
§ 3.8. Квант в гравитационном поле	195
§ 3.9. Метрика ОТО	199
Глава IV. Гравитоны	203
§ 4.1. Вращение квантов в собственном поле	203
§ 4.2. Вращение гравитонов	207
4.2.1. Предпосылки	207
4.2.2. Спин гравитона.....	209
4.2.3. Полюса.....	210
§ 4.3. Перемещение в пространстве	211
§ 4.4. Гравитационное поле и гравитационная постоянная	215
§ 4.5. Магнетизм и электромагнетизм.....	217
Глава V. Сигнал и время.....	228
§ 5.1. Дифракция двумя отверстиями.....	228
§ 5.2. Гравитон и поле.....	236
Послесловие	240
Литература.....	242

От издательства

Эта книга продолжает серию «Relata Refero» (дословный перевод — рассказываю рассказанное).

Под этим грифом издательство предоставляет трибуну авторам, чтобы высказать публично новые идеи в науке, обосновать новую точку зрения, донести до общества новую интерпретацию известных экспериментальных данных, etc.

В споре разных точек зрения только решение Великого судьи — Времени может стать решающим и окончательным. Сам же процесс поиска Истины хорошо характеризуется известным высказыванием Аристотеля, вынесенным на обложку настоящей серии: авторитет учителя не должен довлеть над учеником и препятствовать поиску новых путей.

Мы надеемся, что публикуемые в этой серии тексты внесут, несмотря на свое отклонение от установившихся канонов, свой вклад в познание Истины.

Введение

Темой настоящей книги является аргументация в пользу новой концепции излучения, а также гипотеза о влиянии конфигурации квантов на их свойства. Другие суждения родились в процессе уточнения автором тех или иных положений современной физики.

Автор вовсе не старался заниматься критиканством, уподобляясь открывателям велосипеда, но что получилось, то получилось... Стихийно сложилось так, что развитие Интернета и распад Советского Союза произошли в один и тот же временной период. Огромное количество людей получило доступ к новой информации, к Тайне. Тайна — дама капризная, у нее, как ни у кого другого, есть свойство завлекать и очаровывать. В полной мере это относится и к Физической Тайне.

В принципе нет ничего плохого во всеобщей любознательности, если б не одно «но». Многие из тех, кто желает соприкоснуться с Тайной, не соизмеряют уровень своей подготовки и характер интеллектуальных усилий, необходимых для постижения этой весьма капризной дамы.

В последние годы в странах СНГ, в особенности в России, появилось множество работ, опровергающих или корректирующих специальную и общую теории относительности. Предисловие к одной из них написал даже генерал-полковник. Конечно, высокий чин позволяет офицеру, впрочем, как и автору, иметь свое мнение о любой проблеме, но надо же знать меру.

Хочется сказать настоящим и будущим авторам. Дело вовсе не в жонглировании формулами. Объективная реальность и философское содержание, которое А. Эйнштейн вложил в обе теории, существуют вне зависимости от нашего желания, а потому попытки их опровержения сродни поискам вечного двигателя.

Сказанное вовсе не означает, что существует табу на углубление нашего понимания каждой из проблем или на необходимость отказа от поиска Единой Теории Поля. Каждый желающий может попробовать свои силы. Но без кивков на эксперименты, опровергающие теории А. Эйнштейна.

Когда, к примеру, говорят, что недавно экспериментально были обнаружены скорости, превышающие скорость света, хочется сказать: «Мне жаль тех экспериментаторов».

Хотелось бы еще раз повториться. Автор преисполнен уважения ко всем существующим классическим теориям. Вместе с тем, ему представляется, что на некоторые особенности нашей, в том числе физической реальности, можно взглянуть и под иным углом. В частности, автору кажется, что специфика вращения или естественное существование спиралей прошло как-то мимо внимания физиков. Скорее, это пикник на обочине физической мысли.

Когда рукопись близилась к завершению, автору довелось прочесть книгу Дэна Брауна «Код да Винчи», а затем и комментарии к ней. Спиралевидный характер размещения семечек в подсолнухе, другие примеры существования спиралей в природе подтверждают закономерность их распространения. И еще наблюдаются спиральные галактики.

Но наибольшее впечатление на автора произвела конфигурация молекулы самой важной нуклеиновой кислоты ДНК — это винтовая линия, закрученная влево. Спирали и винтовые линии отражают объективное свойство природы или тайный механизм, результат которого наблюдается во многих проявлениях, однако мы еще слишком далеки от обобщения фактов и их анализа.

В этой связи автор еще больше утвердился во мнении, что вращение вообще, а винтовое в частности, применимо и к идее излучения. Естественно, что новая гипотеза является альтернативой волновой теории света, но только в части интерпретации наблюдаемых фактов.

Следует сразу же сказать, что волновая теория света заслуживает всяческого уважения. Она далеко продвинула человеческую мысль и создала иллюзию объективной оценки реальности, но только иллюзию...

Было бы неправильно думать, что человечество просто так заблуждалось на протяжении почти что двух веков. Геометрическая оптика, созданная на основе волновой теории, оказалась абсолютно верной, а корректность математического аппарата завершила канонизацию идеи. Новые идеи, в частности изменение длины волны рентгеновского излучения при его рассеянии веществом, содержащем легкие атомы (эффект Комптона), и фотоэффект, не вписывались в рамки волновой теории, и тогда родилась уродливая идея гибрида. Созданная химера породила еще больше путаницы в теоретических построениях, и наука, как это обычно бывает в трудных ситуациях, предпочла набросить на плечи вуаль математики и гордо удалилась...

Подобная ситуация сохраняется и в теории поля, когда гравитация объясняется изменением геометрии пространства, а носитель этого действия то ли существует, то ли нет. Начнем с истории. Э. Уиттекер пишет:

«Самая большая проблема, с которой столкнулись ученые, исследующие свет, заключалась в согласовании явлений поляризации с принципами волновой теории» [1].

«Впервые Юнг изложил свои идеи в письме к Араго, датированном 12 января 1817 года. «Я размышлял, — писал он, — о том, что невозможно дать совершенное объяснение влияния света, создающего поляризацию, если не отойти от классической теории волн. Принцип этой теории состоит в том, что все световые волны просто распространяются через однородные среды в виде концентрических сферических поверхностей, как и звуковые волны. Они просто состоят из прямых и обратных движений частиц в направлении радиуса с сопровождающими эти движения сгущениями и разрежениями. И тем не менее, в этой теории можно объяснить поперечные колебания, которые также распространяются в направлении радиуса и с равной скоростью, причем все частицы движутся в определенном неизменном направлении относительно этого радиуса; это и есть поляризация» [2].

В статье по теории цветов, написанной в том же 1817 году, Юнг говорит:

«Движение поляризованного света разлагается на две составляющие, которые при отражении ведут себя по-разному» [3].

«В следующем письме к Араго от 29 апреля 1818 года Юнг снова вернулся к вопросу о поперечных колебаниях, сравнивая свет с волнообразным движением веревки, возмущенной с одного из концов. Араго показал это письмо Френелю, который сразу же увидел, что в нем содержалось истинное объяснение отсутствия интерференции у лучей, поляризованных в перпендикулярных плоскостях, и что на этом эффекте можно основать доказательство правильности гипотезы Юнга. Если предположить, что колебание каждого луча раскладывается на три составляющие, одна из которых направлена вдоль луча, а две другие — под прямым углом к первой, из опыта Араго—Френеля очевидно, что составляющая в направлении луча должна исчезнуть: другими словами, колебания, из которых состоит свет, происходят в волновом фронте» [4].

Простая и очень наглядная аналогия колеблющейся веревки, по-видимому, потрясла современников. Идея созрела. Ранее эта же мысль, приведенная Гуком в докладе Лондонскому королевскому обществу 15 февраля 1671 году, осталась незамеченной.

О. Френель, продолжая развивать идеи поляризации, писал:

«Если можно было бы изолировать свет этой отдельной частицы от света других световых частиц, нет сомнения в том, что мы не увидели бы явления поляризации» [5].

Таким образом, была утверждена идея волны, в которой не было места совокупности материальных частиц.

«Принятая мной теория, — говорит Френель в заключении этого незабвенного труда, — и простые построения, которые я вывел из нее, замечательны тем, что при решении задачи все неизвестные величины определяются вместе. Мы одновременно находим скорости обыкновенного и необыкновенного лучей и их плоскости поляризации. Физики, внимательно изучившие законы природы, почувствуют, что подобная простота и столь тесная связь между различными элементами явления окончательно свидетельствуют в пользу гипотезы, на которой они основаны» [6].

Как это часто случается в науке, теория Френеля заняла доминантное положение. Идеи П. С. Лапласа и Ж. Б. Био, в которых отстаивались корпускулярные воззрения, были отвергнуты [7]. Между тем, различие в скоростях лучей света, прошедших через кристалл в двух направлениях, никоим образом не служит подтверждением волновой теории. Принцип кристаллической решетки гласит, что с равным успехом кристалл может сопротивляться движению как волны, так и частицы, причем каждая из трех осей кристалла (если это не кубическая решетка) обладает своим специфическим сопротивлением.

На взгляд автора, принцип поляризации свидетельствует лишь о том, что в результате прохождения через кристалл компоненты светового потока, а следовательно, и сам поток, приобретают упорядоченное колебательное движение в одной плоскости. Здесь логично предположить, что компоненты этого движения наблюдались и до соприкосновения луча с кристаллом. И, как будто, явления интерференции и дифракции подтверждают эту гипотезу. Но в дальнейшем мы покажем, что это вовсе не обязательно.

Явления дифракции, интерференции и поляризации отличались абсолютной воспроизводимостью и, казалось, утвердили волновую теорию, хотя, на взгляд автора, произошло то, что довольно часто встречается в науке. Результаты наблюдений были неправильно интерпретированы.

Впечатления от колеблющейся веревки на десятилетия овладели вниманием исследователей, а с появлением волн де Бройля ассоциация стала еще более емкой. Теперь свет или излучение рассматривалось только как колеблющаяся в одной (определенной) плоскости сплошная среда, которая стала называться полем. Поле породило множество вопросов, на часть из которых находились ответы, другие — не имели решения. Но поскольку ничего лучшего не было, понятие поля определило развитие физики более чем на столетие.

А. Эйнштейн, наделив поле метрикой, создал еще более прекрасное творение, потому что «непонятное стало непонятным». Поле даже в отсутствие метрики необходимо было с чем-то отождествить, но это было трудно.

Ассоциации, на которых базируется человеческое мышление, были скорее противниками, чем сторонниками, способствующими пониманию. Волны сплошной среды, например воды, являлись очень слабой аналогией. Но математический аппарат, в большинстве своем отвергающий дискретность, примененный к описанию поля, также способствовал «запутыванию» или усложнению понимания смысла излучения.

Между тем два скрепленных световых потока — «зайчика» — сразу же отвергают понятия сплошного поля. Ибо человечеству просто неизвестна среда, части которой при пересечении друг с другом и проникая друг в друга сохранялись бы неизменными. Второй закон оптики породил множество вопросов к полю. В сложившейся теории сплошного колеблющегося поля даже в принципе не существует ответа на вопрос, почему излучение ведет себя столь непонятным образом. Проблему просто отложили в сторону и забыли о ней — так было удобнее.

Можно предположить, что в цуге светового потока — излучении — кванты света ведут себя как энергетические сгустки, находящиеся на довольно значительном расстоянии друг от друга. Причем в излучении силы притяжения и отталкивания отдельных энергетических скоплений взаимно уравниваются.

В случае «лазерной накачки» силы отталкивания удастся преодолеть. Расстояние между энергетическими сгустками становится меньше, и излучение приобретет большую энергию. Подобная схема в какой-то мере тривиальна и возвращает нас к истокам или к попытке понять, как ведет себя единичный сгусток энергии — квант — и чем обусловлено его перемещение в пространстве.

Автор настоящей книги пришел к мысли, что стандартное впечатление об излучении как о колеблющемся поле не соответствует действительности.

Время от времени у людей, интересующихся проблемой, возникает желание понять, а что же все-таки в материальной волне является носителем колебаний?

Наблюдения над природой заставляли исследователей вновь и вновь возвращаться к проблеме вращательно-поступательного движения, компонентов волны, однако без разрушения устоев. Чтобы не быть голословным, приведу одну из точек зрения:

«Существование эфира как несущей среды удобно тем, что позволяет объяснить постоянство скорости света в инерциальных системах, независимость скорости света от типов излучателей и от скорости их движения. Все известные волны и образуются, и переносятся согласованным движением одностипных частиц несущей среды. В отличие от этого электромагнитные колебания обычно отождествляются с переменной частью поля, являющегося само-

стоятельной формой материи и потому не нуждающегося в носителе. Поскольку электромагнитные колебания возникают при движении зарядов, то в качестве модели эфира можно предложить совокупность частиц с очень маленькими зарядом и массой, движущихся со скоростью света даже внутри материальных тел. Движение таких частиц в электромагнитной волне должно иметь вращательно-поступательный характер» [8, 9].

Проблемы, сформулированные С. Г. Федосиним, интересны и сами по себе, хотя совмещение плоской волны с поступательно-вращательным движением невозможно и в какой-то мере напоминает квадратуру круга. Вместе с тем новые взгляды просто аккумулируют в себе идею волны, что делает пригодным практически весь уже созданный математический аппарат для описания излучения.

Поля: электромагнитное, световое и гравитационное — являются своеобразной средой, обсуждение которой будет проводиться на всем протяжении данной книги.

Автор в своих суждениях, как ему кажется, в основном находится в рамках СТО и ОТО, хотя гипотеза А. Эйнштейна о нарушении постоянства скорости света в гравитационном поле представляется ему сомнительной.

Небольшой и несложный математический аппарат можно упустить без особого ущерба для понимания идей автора. Их принятие или неприятие — личное дело каждого.

Автор будет последовательно приводить аргументы, отчасти противоречащие современным воззрениям, и отнюдь не теша себя иллюзиями, поскольку понятно, что архитектура теории излучения завершена, канонизирована и комфортна. В принципе это равным счетом ничего не означает, ибо истина интересна сама по себе.

Глава I

Заметки о волновой оптике

Парадокс возникает тогда, когда при одном способе рассуждений получается один ответ, а при другом способе — совсем другой, так что мы остаемся в неведении, что же собственно должно быть на самом деле. Разумеется, в физике никогда не бывает настоящих парадоксов, потому что существует только один правильный ответ; по крайней мере, мы верим, что природа поступает только единственным способом (и именно этот способ, конечно, правильный). Поэтому в физике парадокс — всего лишь путаница в нашем собственном понимании.

Р. Фейнман

§ 1.1. Концепция

Создавая новую теорию, мы будем на данном этапе производить обобщения, преследуя одну цель, — максимально избавиться ее от интеллектуального произвола, поскольку использование той или иной ветви (раздела) математического аппарата для формального описания любого явления не представляется сложным.

Проиллюстрируем наш подход на примере рассмотрения нескольких весьма важных (в какой-то мере даже ключевых) вопросов физики, подкрепленных формальным математическим аппаратом: введение понятия дуализма последовало после «примитивного» истолкования явлений дифракции и интерференции и доминантного торжества математического аппарата, использующего понятие «волна». А. Эйнштейн писал:

«Преобладает убеждение, что надежно установленный экспериментально дуализм природы (корпускулярные и волновые свойства) может быть понят только на пути такого «ослабления» понятия реальности. Я думаю, что такая далеко идущая теоре-

тическая уступка пока еще не оправдывается нашими фактическими знаниями» [1].

Трудно понять, чего было больше в этом высказывании А. Эйнштейна — интуиции или трезвого расчета, основанного на глубине проникновения в реальность. Дуализм был ему отвратителен. Возможно, он понимал простую истину, что волна это только возмущение некой среды, а в его теории среда была нематериальна, т. е. носителя не было, а следовательно, волна не имела права на существование. С другой стороны, блестящий математический аппарат и существование гениального соотношения $E = h\nu$ как будто однозначно свидетельствовали, в частотности, о длине волны. Преодолеть стереотип сложившихся мнений А. Эйнштейн не сумел. В этом не было его вины. Канонический механизм математического формализма, казалось, достоверно объяснял волновые свойства света, которых не было. Некоторые идеи, приведшие к парадоксу, приведены ниже:

- первыми из них явились неправильные истолкования явлений дифракции, интерференции и поляризации;
- распространение понятия «волна» и уравнений Максвелла на все виды излучения, т. е. перемещения кванта, возможно, было одновременно величайшим прогрессом и радикальной ошибкой, заведшей физику в тупик¹;
- идея расширяющейся Вселенной является плодом неправильных интерпретаций явления «красного смещения» в сочетании с формальным решением одного из уравнений Фридманом;
- а кончике пера А. Эйнштейном были открыты «продольные» и «поперечные» гравитационные волны [2], здесь математический формализм отражает возможности перемещения гравитона в пространстве, но не более того;
- общая теория относительности, на становление которой огромное влияние оказали идеи Германа Минковского, основана на понятии метрики и реализирует идею дальнего действия, что, впрочем, плохо согласуется с концепцией гравитационных волн, перемещающихся со скоростью света.

Данные примеры отражают только некоторые заблуждения, прекрасно обоснованные тем или иным математическим аппаратом. Создавая архитектуру новой теории, вначале следует выбрать и согласовать отдельные фрагменты наблюдаемых явлений.

¹ Красота и правильность уравнений Максвелла — очевидны, однако ни то, ни другое вовсе не означает существования волнового движения и, тем более, дуализма.

Лемма 1

Любое излучение передается сгустками энергии (квантами или фотонами), перемещающимися в пространстве по винтовой линии со скоростью света [3].

Электромагнитное излучение передается электронами, перемещающимися в пространстве по винтовой линии с досветовой скоростью и вдоль проводника со скоростью света.

Понятие «волна» возникло в результате рассмотрения одной из проекций винтовой линии на плоскости, совпадающей с направлением излучения. По этим плоскостям перемещаются проекция винтовой линии или «псевдоволна».

Вращение взаимно перпендикулярных векторов магнитной и электрической составляющих поля объясняется (или вызвано) сложным характером перемещения кванта (его геодезической).

Картины дифракции, интерференции и поляризации вызваны взаимодействием пуга фотонов или электронов с веществом или краями отверстия. Робкая попытка предсказать подобное явление была сделана Эйнштейном [4].

Излучение (пуг фотонов или электронов) образует сплошную динамичную среду, лучшим аналогом которой является поток жидкости или газа. Эта среда может быть названа излучением, световым, магнитным, электромагнитным или гравитационным полем. Из-за наличия сил притяжения или отталкивания, существующих в поле, можно предположить, что поведение поля в целом несколько отлично от свойств отдельных (элементарных) составляющих. Излучение, вырвавшееся из щели (отверстия), ведет себя подобно потоку жидкости или газа и описывается уравнениями механики сплошных сред.

Лемма 2

Любая энергия, являющаяся эквивалентом массы, излучает гравитоны.

Излучение или потеря гравитонов сообщает вращающемуся веществу (энергии) локальный потенциал притяжения, зависящий только от плотности вещества:

$$\Delta\phi = -4\pi G\rho. \quad (1.1)$$

Легко показать, что эта формула верна только для вращающихся объектов:

$$\rho = -3\pi/GT^2, \quad (1.2)$$

тогда

$$\Delta\phi = -12\pi^2/T^2, \quad (1.3)$$

$$\Delta\phi = -K_1/T^2 \quad (1.4)$$

т. е. гравитационный потенциал обратно пропорционален квадрату продолжительности вращения объекта, или является функцией вращения².

Излучение, находящееся в пространстве в отдалении от точечных источников плотности вещества, образует фоновое гравитационное поле (эфир или физический вакуум), свойств которого мы не знаем.

Фоновое гравитационное поле является суперпозицией отдаленных источников плотности, локальных объемов вещества и не увлекается локальной массой, т. е. «эфирного ветра» не существует.

Фоновое поле вступает во взаимодействие с перемещающейся энергией (фотонами, электронами), вызывая эффект красного смещения или являясь основным компонентом данного эффекта.

Локальное фоновое поле вступает во взаимодействие с излучением, искривляя траекторию движения фотона (т. е. он движется по геодезической).

Лемма 3

Не существует и не может существовать устоявшаяся метрика пространства. Ее, как компоненты общей теории относительности, не существует вообще.

Любая локальная кривизна пространства является отражением взаимодействия гравитационного поля или суперпозиции гравитационных полей и излучения. В присутствии нескольких точечных источников гравитационного поля геодезическая на каждом этапе меняет свою кривизну в римановом пространстве, отражая взаимодействие фотона с полем.

Лемма 4

Вращение проводящей среды (сгустка энергии, именуемого фотоном) приводит к возникновению дисбаланса гравитонов на полюсах оси, вокруг которой производится вращение.

На одном из полюсов образуется избыток гравитонов (+), на другом недостаток (-). Вихрь в проводящей среде и есть магнитное поле.

По-видимому, конфигурация вращающейся проводящей среды способна оказывать влияние на характер магнитного поля.

Определенные вещества (ферромагнетики) способны сохранять (замораживать) дисбаланс электронов, а следовательно, создавать статическое магнитное поле.

Лемма 5

Фотон, перемещаясь по спирали, излучает гравитоны по одной из трех причин, либо их сочетанию:

² Этот, на первый взгляд, малозначащий вывод на проверку оказывается одной из основ новой теории.

- он движется с центростремительным ускорением;
- он нарушает предел Пуанкаре;
- он «трется» (тормозится) о гравитационное или любое другое поле.

В результате вращения фотон приобретает (или порождает) вращающееся магнитное поле, которое не в состоянии породить или генерировать электрическую компоненту из-за отсутствия носителя электрического заряда (электрона). Возникновение электрического тока возможно только при наличии электронов. Уравнения Максвелла описывают этот последний частный случай.

Лемма 6

Единое поле является четырехкомпонентной системой. Его компоненты: гравитационное поле (точечное и фоновое), магнитное и электромагнитное поля.

Любое вещество или энергия, находящиеся в движении или относительно покое, излучают гравитоны.

Гравитоны, пронизывающие пространство, создают фоновое гравитационное поле.

Частицы с нулевой массой покоя (фотоны) вращаются вокруг оси, параллельной или близкой к направлению вектора своего движения, и в результате формируют магнитное поле.

Фотон, взаимодействуя с фоновым полем, порождает «красное смещение»³.

Фотон, перемещаясь в точечном гравитационном поле, изменяет траекторию своего движения, порождая метрику пространства; он также испытывает все те же эффекты, что и при встрече с фоновым полем.

Фотон (или его магнитное поле, если оно достаточно⁴), встречаясь с проводящей средой (проводником или плазмой), порождает электромагнитное поле, для описания которого пригодны уравнения Максвелла.

Электромагнитная волна в различных вариантах является только проекцией движения фотона на плоскость. Прибегая к волновому описанию, лучше использовать одновременно две взаимно перпендикулярные проекции, параллельные оси движения фотона. В этом случае можно говорить о двух взаимно перпендикулярных векторах, помня, во первых, о том, что эти векторы только дань существующему математическому аппарату и традиции.

³ Это отнюдь не отвергает эффект, порожденный перемещением звезд, а также то, что «красное смещение» — это суперпозиция двух эффектов.

⁴ Радиоволна с низкой частотой колебания и очень длинной волной может иметь настолько небольшое магнитное поле, что его недостаточно для продуцирования (рождения) электрона.

§ 1.2. Парадоксы дифракции

Физическую картину движущейся материальной частицы составляет не монохроматическая волна, но группа волн, или, как говорят, волновой пакет.

А. Зоммерфельд

1.2.1. Дифракция электронов

Если квантовые условия для дифракционной решетки приводят к интерференции, должно быть безразлично, дифрагируют ли кванты или частицы. Можно легко проверить, что любая частица, рассеиваемая дифракционной решеткой, ведет себя подобно волне с длиной $\lambda = \frac{h}{p}$ (p —

импульс). Это в точности совпадает с соотношением, которое постулировал в 1924 г. де Бройль в качестве релятивистского следствия из соотношения Планка—Эйнштейна $E = h\nu$ [5].

Определения Зоммерфельда уже вполне достаточно, чтобы перейти от мира виртуального транслятора к миру движения материальных частиц в поле, которое можно представить как аналог газовой разреженной среды⁵.

Детальный анализ явлений дифракции позволяет сделать вовсе не классический вывод, что «свет является волной», а совсем иное — «эфир существует». Действительно, независимо от того, какой версии мы придерживаемся, необходима среда, реагирующая на световой поток.

1. В случае волновой версии среда является транслятором возмущения.
2. При корпускулярной гипотезе среда «тормозит» движение светового луча.

В принципе обе версии имеют право на существование. По первой гипотезе волна без особого труда может «забегать» за край отверстия на величину, примерно равную ее амплитуде. Однако существует одно условие. Плотность среды (транслятора) должна быть соизмерима с плотностью светового потока, в противном случае возмущение передать не удастся. Корпускулярная гипотеза должна отвечать по крайней мере на три вопроса:

1. Каким образом происходит взаимодействие или «торможение» пучка света средой?
2. Почему отверстие или его края оказывают возмущающее влияние на световой поток? Каков характер этого возмущения?
3. Почему световой поток «рвется» или разделяется на кольца?

⁵ На первом этапе лучшей аналогии просто нет.

И в качестве утверждения из гипотезы корпускул должно вытекать и другое соображение. Если фотоны подвергаются дифракции, то, может быть, и другие, более тяжелые, частицы также будут подвержены этому эффекту.

Очевидно, что гравитационное поле не пригодно для трансляционного движения светового потока. Одного этого уже достаточно, чтобы подвергнуть сомнению гипотезу волнового движения.

Есть еще более весомое доказательство абсурдности волновой теории на основании явлений дифракции. Можно спорить о различии плотности квантов и гравитационного поля. Ну а если мы переходим к атомам, молекулам? Как практически невесомая среда, плотность которой на много порядков ниже, чем у возмущающего агента, передает возмущающее движение?

«Дифракцию электронов можно наблюдать непосредственно, если подобрать условия опыта в соответствии с изложенным выше, т. е. так, чтобы линейные размеры пространственных неоднородностей среды, сквозь которую проходит пучок электронов, были сравнимы с длиной волны этих электронов. Последняя близка к длине волны рентгеновских лучей, и поэтому условия наблюдения дифракции электронов и рентгеновских лучей сходны друг с другом. Действительно, Девиссон и Джермер (1927 г.) и Г. П. Томсон (1928 г.) осуществили опыты по дифракции электронов, вполне аналогичные опытам по дифракции рентгеновских лучей.

На рис. 1.1 приведены изображения дифракционной картины, возникающей при прохождении рентгеновских лучей (а) и электронного пучка (б) через тонкую золотую фольгу (кольца Дебая—Шерера) [6].

Подобные дифракционные опыты были осуществлены также с пучками молекул и с пучками нейтронов⁶» [7].

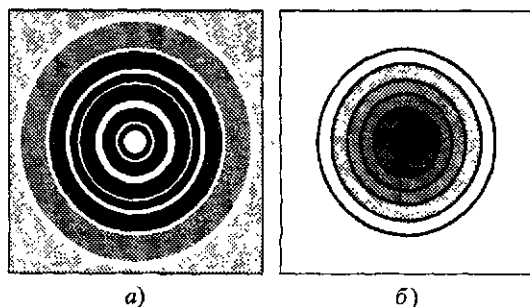


Рис. 1.1. Дифракция: а — рентгеновских лучей на поликристаллической золотой планке; б — электронов на поликристаллической золотой планке

⁶ Естественно, что во времена Френеля и Юнга эти виды дифракции не были известны.

Эти эксперименты были как-то проигнорированы учеными в контексте победного шествия волновой теории. Если с некоторой натяжкой электрону и можно было приписать волновые свойства⁷, то что было делать с нейтронами и молекулами?

Нельзя сказать, что А. Эйнштейн не замечал этого противоречия:

«Наука вынуждает нас создавать новые понятия, новые теории. Их задача — разрушить стену противоречий, которая часто преграждает дорогу научному прогрессу. Все существенные идеи в науке родились в драматическом конфликте между реальностью и нашими попытками ее понять. Здесь мы снова имеем дело с проблемой, для решения которой нужны новые принципы. Прежде чем мы рассмотрим попытки современной физики объяснить противоречие между квантовым и волновым аспектом света, мы покажем, что те же самые трудности возникают и в том случае, когда мы имеем дело с квантами вещества вместо квантов света» [8].

Говоря о квантах вещества, А. Эйнштейн имел в виду электрон, хотя его слова вполне применимы к нейтронам и молекулам. Возникшую проблему в рамках существующих теорий разрешить не удалось. Да и вообще для подобных попыток не было предпосылок. Более простые схемы доминировали на рынке идей. И такие представления еще долгое время были определяющими.

В принципе мы можем с полным основанием полагать, что дифракции электрона, т. е. материальной частицы, движущейся с досветовой скоростью, уже достаточно, чтобы нивелировать этот аргумент или, по крайней мере, считать, что дифракционные картины ровным счетом ничего не доказывают, как и опыты, на основании которых французская академия наук признала факт существования световых волн.

1.2.2. Влияние формы отверстия на дифракцию

На рис. 1.2 показано видоизменение дифракции на эллиптическом отверстии.

Мы оставляем рисунки временно без комментариев. Заметим только, что математический аппарат, привлекаемый для описания этого явления, абсолютно формален. Но факт остается фактом. Если отверстие расширяется в одном направлении в n раз, то дифракционная картина Фраунгофера сжимается в том же направлении в n раз. Почему?

⁷ В современной теории электрону по непонятной причине приписывают волновые свойства.

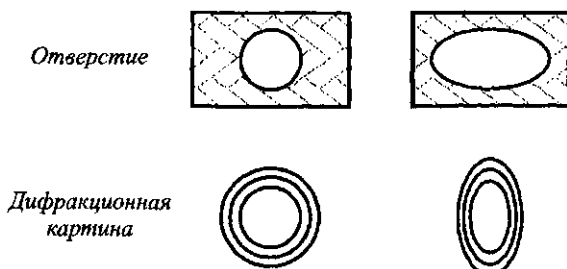


Рис. 1.2. Сравнение дифракции Фраунгофера на круглом и эллиптическом отверстиях

Фотографии Фраунгоферовой дифракции, полученной из прямоугольного отверстия, приведенные Борном и Вольфом, а также повторенные в «Оптике» Г. С. Ландсберга, представляют еще более интересное поле для анализа.

Любая дифракция, наблюдаемая при прохождении света через круглое отверстие, мало информативна. Круг — он и есть круг. Чередующиеся черные и светлые круги вполне укладывались в концепцию волновой теории, и все, что из нее можно было «выжать», давно было сделано, канонизировано. В случае же прямоугольного отверстия все было не так. Дифракция становилась кусочно-прерывистой (рис. 1.3). Прямоугольные отверстия трансформировали лучи, образуя крест. Причем наибольшее растяжение или воздействие отверстия наблюдалось по нормальным к наиболее узкой части светового или электромагнитного фронта. В предыдущем параграфе мне удалось дать вполне удобоваримое объяснение второй части явления. Но почему крест? Идея сплошного волнового фронта в сопоставлении с наблюдаемым крестом, состоящим из светлых пятен, повторяющих форму отверстия, была просто удивительной и несовместимой. Допустим, рассуждал я, мы создаем волну, бросая в воду предмет любой формы. Волны от возмущения пойдут кругами. Характер или, точнее, форма предмета не окажет никакого влияния на форму волны. И, что совершенно точно, она ни при каких обстоятельствах не будет разрывной. Логика позволяла сформулировать очевидное: «волна не любит острых углов». Из этого вытекало, что «дифракция тоже не любит острых углов». Здесь же мы наблюдаем, как изображение по неизвестной причине дробится и тиражируется параллельно координатным осям прямоугольника. Приведем объяснение картины по книге Ландсберга «Оптика»:

«Если щель имеет ограниченную длину l , т. е. представляет собой прямоугольник со сторонами b и l , то, очевидно, и в направлении длины щели будет наблюдаться дифракционная картина. Общий вид, получаемый в этом случае, изображен на рис. 1.3.

Источником света служит маленькая, ярко освещенная дырочка (точечный источник), расположенная в фокусе большой линзы. Согласно изложенному, дифракционная картина шире в том направлении, которое соответствует более короткой стороне прямоугольника. В случае квадратного отверстия картина в обоих направлениях будет симметричной.

<...>

При графическом решении этой задачи волновой фронт разделяется на элементы в виде маленьких прямоугольников, получающихся от разбивки поверхности отверстия рядом линий, параллельных той и другой стороне прямоугольника. Направление дифрагировавшего луча определяется следующим образом. Через направление первоначального распространения луча проведем две плоскости, параллельные сторонам прямоугольника l и b соответственно. Тогда направление дифрагировавшего луча будет характеризоваться углами ψ и φ между его проекциями на указанные плоскости и направлением первоначального распространения. Направления, удовлетворяющие условиям $l \sin \psi = n\lambda$ или $b \sin \varphi = m\lambda$, где m и n — целые числа, соответствуют, очевидно, минимумам интенсивности, т. е. черным полосам на фотографии. Аналитическое рассмотрение задачи о прямоугольном отверстии не представляет трудностей.

Результаты вычисления интенсивности выразятся формулой

$$I_{\varphi\psi} = I_0 \frac{\sin^2(\pi b \sin \varphi / \lambda)}{(\pi b \sin \varphi / \lambda)^2} \frac{\sin^2(\pi l \sin \psi / \lambda)}{(\pi l \sin \psi / \lambda)^2}, \quad (1.5)$$

где I_0 — интенсивность света, идущего по первоначальному направлению $\varphi = 0$, $\psi = 0$. Так как обычно φ и ψ невелики, то можно положить $\sin \varphi \approx \varphi$ и $\sin \psi \approx \psi$, и тогда получим:

$$I_{\varphi\psi} = I_0 \frac{\sin^2(\pi b \varphi / \lambda)}{(\pi b \varphi / \lambda)^2} \frac{\sin^2(\pi l \psi / \lambda)}{(\pi l \psi / \lambda)^2} \gg. \quad (1.6)$$

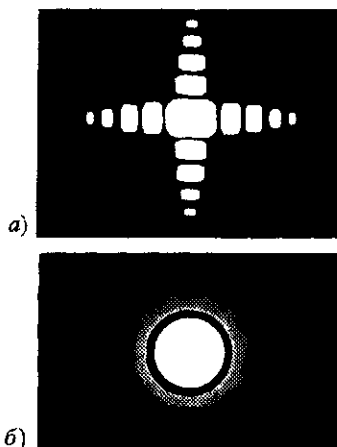


Рис. 1.3. Картина дифракции от прямоугольного (а) и круглого (б) отверстий

Объяснение Борна и Вольфа в сущности абсолютно аналогично приведенному толкованию. Сказанное и есть пример «абстрактной» математики, когда тот или иной математический аппарат применен для описания явления без учета внутренней логики.

А с точки зрения математики самое основное и принципиальное то, что световой или электромагнитный поток становится разрывным. Для объяснения фактов дифракции и интерференции, не прибегая к волновой теории, нам придется сформулировать несколько лемм.

Лемма 1

Поток электромагнитной энергии, распространяющийся в некой среде, стремится сохранить свою когерентность или «псевдокогерентность».

Лемма 2

Поток электромагнитной энергии может сохранять свою когерентность или «псевдокогерентность» только до достижения минимальной (критической) плотности излучения.

Лемма 3

После достижения критической плотности потока электромагнитной энергии она начинает рассеиваться в том направлении, в котором ее плотность минимальна.

Лемма 4

Сохранение плотности электромагнитной энергии может достигаться либо минимизацией рассеяния, либо проявлением зонного (мозаичного) принципа — дифракции. Лемма 3 позволяла полностью объяснить дифракцию от щели или прямоугольного отверстия, не прибегая ни к каким логическим или математическим ухищрениям. Узкая часть щели (отверстия) наиболее интенсивно воздействует на световой поток, растягивая его по нормальям. Дифракция оказывается зависимой от формы отверстия. Оправдывается предвидение Эйнштейна о влиянии формы отверстия на световой поток. Итак, световой поток образует векторное поле. И в этом нет ничего удивительного.

Пусть σ_n — электромагнитная энергия, проходящая в единицу времени через площадку ds .

А поток энергии — соответственно

$$\Sigma = \oint \sigma_n ds. \quad (1.7)$$

Пусть энергия распространяется вдоль оси Z , причем введем понятие «приемлемое и неприемлемое» рассеяние этой энергии,

$$\text{т. е. } \sigma_n \rightarrow \sigma, \quad \sigma_{\min} < \sigma_n < \sigma_{\text{крит.}}$$

Очевидно, что наши допущения распространяются только на некогерентную электромагнитную энергию, в том случае, когда $\sigma_n \geq \sigma_{\text{крит}}$. Мы понимаем, что распространение электромагнитной энергии может быть когерентным. И тогда она приобретает некоторое новое качество, рассмотрение которого лежит за рамками наших интересов. В то же время, если $\sigma_n \leq \sigma_{\text{min}}$, рассеяние энергии переходит некий граничный критерий и появляется новое явление — дифракция. Таким образом, угол отклонения электромагнитной энергии от оси распространения является характеристикой дифракции.

Понятно, что при ds , равной некоторой фиксированной величине,

$$\Sigma_{\text{min}} \approx \text{const} \cdot \sigma_{\text{min}} \quad (1.8)$$

или

$$ds_{\text{крит}} = \frac{\Sigma_{\text{min}}}{\sigma_{\text{min}}} \quad (1.9)$$

То есть площадь отверстия, через которое мы можем передать некий объем некогерентной электромагнитной энергии, зависит от характеристики этой энергии и является критической величиной. Представим ds как $dx dy$, причем $dx \ll dy$, т. е. энергия пропускается через щель. Тогда $dy \gg dy_{\text{крит}}$, а $dx \leq dx_{\text{крит}}$. При минимизации ds возможны два варианта:

1. $dy \gg dx$ (щель).

Рассеяние происходит только по оси x .

2. $dy \geq dx$ (эллипс, прямоугольник).

Рассеяние происходит как по оси x , так и по оси y . Конечно, рассеяние по оси x несколько превосходит рассеяние по оси y . Простой пример, — пропускание газа или жидкости через отверстие — должен окончательно убедить нас в отсутствии какого-либо обоснования волновой теории. Любая подвижная среда, в которой соблюдается баланс сил притяжения и отталкивания, стремясь вырваться из замкнутого пространства (отверстие), просто обязана расширяться. В. А. Ацюковский также считает, что ничто не мешает фотону отклоняться в сторону тени предмета [9].

Мы можем высказать вполне приемлемую концепцию, что при расширении площади потока при прохождении его через отверстие должен соблюдаться баланс площадей, занятых сплошной средой $S_1 = S_2$. И понятна мысль, заимствованная из механики сплошных сред, что разрыв потока должен подчиняться определенной закономерности, в частности, поток должен разделиться на множество коаксиально расположенных колец.

При желании можно создать для явления подходящий математический аппарат, полагая, что свет является структурой, аналогичной сверхразряженному газу, однако логика и весомость экспериментальных данных в кон-

кретном случае превалирует над математикой, и ни в каких дополнительных аргументах нет необходимости. Дифракция ни в коем случае не является и в принципе не может служить доказательством волновых свойств света.

§ 1.3. Интерференция

Чтобы понять, как происходит интерференция, не нужно интересоваться природой волны, достаточно знать только, что существует величина, которая колеблется.

Р. Пайерлс

Эта фраза, на первый взгляд, такая понятная, таит множество подводных камней. В 1909 г. А. Эйнштейн пишет:

«Когда было найдено, что свет обнаруживает явления интерференции и дифракции, то едва ли могло возникнуть сомнение в том, что свет следует понимать как волновое движение» [10].

В дискуссии по той же статье он развивает свои взгляды. Идеи, высказанные им, революционные, пророческие и в течение без малого сотни лет не понятые.

Еще одно высказывание:

«Интерференционные явления, вероятно, не так трудно было бы включить в квантовую теорию по следующей причине: нельзя предположить, что излучение состоит из невзаимодействующих квантов; это не позволило бы объяснить явления интерференции. Я представляю себе квант как особую точку, окруженную сильным векторным полем. Из большого числа квантов можно построить векторное поле, мало отличающееся от того поля, которое мы принимаем для света. Я могу представить себе, что при попадании лучей на граничную поверхность благодаря взаимодействию с ней происходит разделение квантов, например по фазе результирующего поля, при котором кванты достигают поверхности раздела. Уравнения результирующего поля должны мало отличаться от уравнений существующей теории. Я не считаю, что мы должны существенно менять взгляды на явления интерференции по сравнению с теми, которых придерживаемся.

Я хочу сравнить положение с процессом молекуляризации носителей электрического поля. Поле, порождаемое атомизированными электрическими частичками, не очень существенно отличается от поля в прежнем понимании, и не исключено, что в теории излучения произойдет нечто подобное. Я не вижу принципиальных затруднений в явлениях интерференции» [11].

Фраза «я не считаю, что мы должны существенно менять свои взгляды на явления интерференции по сравнению с теми, которых придерживаемся» во многом нивелирует эффект от выступления.

Что же хотел сказать А. Эйнштейн? Здесь мы вступаем на тропу гипотез. Можно только догадываться, что Эйнштейн, всегда стремившийся к ясности, полагал, что не существует принципиальных отличий трактовки интерференции с позиций волновой или квантовой теории... Между тем в дискуссии им были высказаны идеи, далеко выходящие за рамки явлений интерференции:

- свет состоит из взаимодействующих (влияющих друг на друга) квантов;
- это влияние носит характер векторного поля;
- кванты взаимодействуют векторно;
- при попадании квантовых лучей на граничную поверхность (поверхность раздела фаз) и т. п. они могут группироваться и разделяться, например по фазе.

А. Эйнштейн сформулировал проблему, и тем самым в значительной степени сам ответил на нее. Тем более что между явлениями дифракции и интерференции нет существенных различий. И в том и в другом случае речь идет об отклонении светового луча от прямолинейного пути.

Классическая иллюстрация интерференции состоит из пропускания лучей через решетку. Щель, размеры которой много больше фотонов, модулирует световой поток по фазе. Подобное возможно только в том случае, если стенки щели воздействуют не на отдельные фотоны или волну, а на световое поле. Эта книга вовсе не посвящена методическому изложению различных проявлений света. Поэтому если мы принимаем на веру аргументы о влиянии формы отверстия на излучение, то тождество между дифракцией и интерференцией становится понятным, и мы не будем заострять на нем внимание.

Интерес представляет также использование интерференции в аэродинамике (рис. 1.4).

Области потока с различной плотностью имеют различную оптическую толщину [12]. Так что возникает градиент коэффициента преломления, нормальный к световым лучам, что приводит к возникновению интерференционной картины. И здесь нас интересует не картина сама по себе, а ее объяснение.

Понятно, что потоки воздуха служат своеобразными призмами, разлагающими световой поток на компоненты, но возникает вопрос, что лучше? Остановимся на традиционной идее, согласно которой коэффициенты преломления зависят от длины волны, либо будем считать, что прозрачная среда специфически отклоняет фотоны с различной энергией, чем и создается картина радуги или интерференция.



Рис. 1.4. Интерферометрический снимок картины обтекания двухмерного профиля крыла

Для завершения картины обратимся к явлениям муара — «переливов», возникающих в тонких пленках или тканях. Этот вид интерференции характеризует одновременно фазовую и частотную модуляцию светового потока. И очевидно, что модулировать можно не обязательно волну... Мы просто продолжаем тему дифракции. Подвижная среда, преодолевшая преграду (щель), становится упорядоченной (модулированной). А наложение модуляций создает красочную картину, вызванную разложением света. Но при чем здесь волна?

Стереотип волны проявляет себя в полной мере, поскольку для объяснения явления можно перейти к пониманию квантов, но не обычных, движущихся прямолинейно, а совершающих колебательные (маятниковые) движения. Впрочем, эти колебания могут быть только проекцией или частью какого-то иного движения.

В. А. Ацюковский полагает, что существует механизм, обеспечивающий «синхронное и синфазное излучение всех излучаемых в один и тот же момент фотонов» [13]. Заметим, что модуляция фотонов возможна как в источнике, так и при взаимодействии с той или иной средой, а также в результате их движения в пути фотонов. Последний аргумент саморегулирования представляется нам наиболее значимым. В конце концов, колебания морской волны — это тоже синхронизация движения атомов, то же самое можно сказать о звуке. В случае пуга фотонов эти примеры не столь наглядны из-за близости атомов, составляющих вещество. Для наглядности можно привести пример генерирования, напри-

мер, в результате электрохимической реакции мельчайших пузырьков воздуха в воде.

Пузырьки в процессе подъема совершают вращательное движение, вместе с тем они перемещаются синхронно и синфазно, сохраняя определенную модуляцию. Поверхностное натяжение, расклинивающее давление и, возможно, другие силы в своем движении образуют упорядоченный ансамбль.

§ 1.4. Поляризация

Проблемы интерференции и дифракции «убедительно» свидетельствовали о торжестве волновой теории, однако свойства этой волны перечисленные явления не объясняли. Очень интересно проследить, как убеждали себя или понимали проявление волновых свойств А. Эйнштейн и Л. Инфельд:

«Мы рассмотрим подробно лишь один из многих экспериментов, который в состоянии дать нам ответ. Предположим, что мы имеем очень тонкую пластинку из турмалинового кристалла, вырезанную особым образом, в описании которого здесь нет необходимости. Пластинка кристалла должна быть настолько тонка, чтобы можно было видеть сквозь нее источник света. Возьмем теперь две такие пластинки и поместим их между глазами и источником света (рис. 1.5).

Что мы увидим? Опять световую точку, если пластинки достаточно тонки. Очень велики шансы того, что эксперимент подтвердит наше ожидание. Не задаваясь целью установить, каковы эти шансы, допустим, что мы уже видим световую точку через оба кристалла. Будем теперь постепенно изменять положение одного кристалла, поворачивая его. Это предложение будет иметь смысл лишь в том случае, если положение оси, вокруг которой происходит вращение, фиксировано. Мы возьмем в качестве оси линию, определяемую проходящим лучом. Это означает, что мы перемещаем все точки одного кристалла, кроме тех, которые лежат на оси. Но что за странная вещь! Свет делается все слабее и слабее, пока не исчезает совершенно. Затем

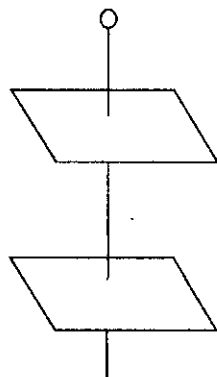


Рис. 1.5.
Иллюстрация понимания А. Эйнштейном и Л. Инфельдом явлений поляризации

он вновь появляется, по мере того как продолжается вращение, и вновь приобретает первоначальный вид, когда достигается первоначальное положение.

Не входя в детали подобных экспериментов, мы можем задать следующий вопрос: можно ли объяснить эти явления, если световые волны продольны? Если бы волны были продольны, частицы эфира должны были двигаться вдоль оси, т. е. в том же направлении, в каком идет луч. Если кристалл вращается, ничего вдоль оси не изменяется. Точки на оси не передвигаются, и лишь очень небольшое смещение имеет место вблизи оси. Такого ясно различимого изменения как исчезновение и появление новой картины не могло бы возникнуть для продольной волны. Это, а также и многие другие подобные явления могут быть объяснены лишь в том случае, если предположить, что световые волны не продольны, а поперечны! Или, другими словами, нужно предположить «желеобразный» характер эфира» [14].

Ничего нового в этих подходах нет. Это банальный повтор давно известных экспериментов с поляризацией волн. Вместе с тем авторы правы. Опровергнуть идею о поперечных свойствах волны не удастся, а вот в отношении того, что они «плоские»...

«В наши дни наиболее известен способ получения поляризованного света при помощи поляризационного фильтра или поляроида. Он представляет собой гибкую пластинку, которая достаточно прозрачна для света, поляризованного в одном определенном направлении, и непрозрачна для света, поляризованного под прямым углом к нему. Если сложить два таких фильтра вместе и вращать один относительно другого, можно найти положение, при котором оба фильтра пропускают почти столько же света, сколько каждый из них в отдельности. Если теперь повернуть один фильтр на 90 градусов, прохождение света через них почти полностью прекратится» [15].

А вот иное мнение в изложении А. С. Сониной:

«Представим себе цилиндр, на который навита винтовая линия. Пусть этот цилиндр движется равномерно поступательно вдоль своей оси. Тогда движение винтовой линии довольно точно моделирует циркулярно поляризованную волну.

Рассмотрим какое-нибудь сечение цилиндра фиксированной плоскостью, перпендикулярной к его оси. Будем следить за положением вектора E , который указывает плоскость электрических колебаний в волне. По мере движения цилиндра через секущую плоскость вектор E , как нетрудно сообразить, будет поворачиваться по кругу вправо или влево в зависимости от того, правая или левая винтовая линия была навита на цилиндр. Точно так же в циркулярно поляризо-

ванной волне плоскость колебаний все время равномерно поворачивается по кругу. Она может поворачиваться как вправо, так и влево. Поскольку понятие поворота весьма условно, ученые договорились считать правой циркулярно поляризованной волной такую, в которой при распространении ее к наблюдателю плоскость колебаний поворачивается по часовой стрелке, а левой — такую, в которой плоскость колебаний поворачивается против часовой стрелки. Циркулярно поляризованные волны играют большую роль в оптике, и особенно в оптике жидких кристаллов. Далее мы увидим, почему это так, а сейчас обратим внимание на один важный факт.

Рассмотрим две циркулярно поляризованные волны, правую и левую, распространяющиеся в одном направлении с одинаковой скоростью. В этом случае в сечении два равных вектора E_1 и E_2 будут вращаться с одинаковыми скоростями в противоположных направлениях (рис. 1.6).

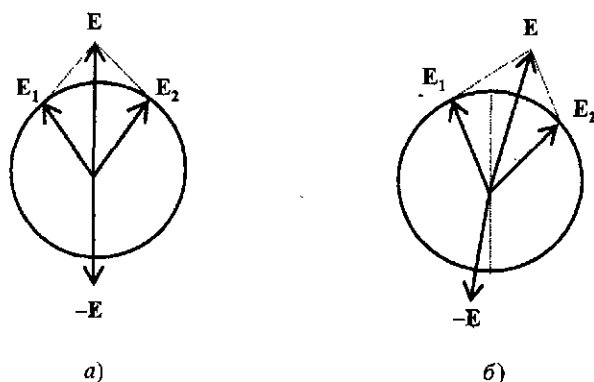


Рис. 1.6. Сложение амплитуд колебаний двух циркулярно поляризованных волн: а — имеющих одинаковые скорости; б — имеющих разные скорости

Построим, используя правило параллелограмма, результирующий вектор E . Легко видеть, что по мере вращения векторов E_1 и E_2 результирующий вектор E совершает линейные колебания по диаметру в плоскости сечения. Нарисованная картина дает представление о плоско поляризованной волне. Таким образом, всякую плоско поляризованную волну можно рассматривать как суперпозицию двух циркулярно поляризованных волн разного знака, распространяющихся в одном направлении.

А теперь посмотрим, что будет, если в одном направлении две циркулярно поляризованные волны противоположного знака распро-

стреляются с разными скоростями. Для этого рассмотрим опять колебания в сечении. Предположим, что в какой-то момент времени при движении двух циркулярно поляризованных волн их плоскости колебаний заняли положение, показанное на рис. 1.6а. В следующий момент времени одна из плоскостей колебаний повернулась на больший угол (рис. 1.6б). Построим и в этом случае результирующую плоскость колебаний плоско поляризованной волны. Из сравнения этих двух положений видно, что плоскость поляризации плоско поляризованного света повернулась на некоторый угол. Таким образом, вращение плоскости поляризации плоско поляризованного света можно рассматривать как изменение скорости составляющих его циркулярно поляризованных волн. Эта идея была высказана еще в 1825 г. известным французским физиком О. Френелем и вскоре получила экспериментальное подтверждение. Было найдено, что при падении плоско поляризованной волны на оптически активный твердый кристалл она распадается на две циркулярно поляризованные волны, распространяющиеся в кристалле с разными скоростями. На выходе из кристалла циркулярно поляризованные волны опять объединяются и результирующая плоско поляризованная волна оказывается повернутой относительно вошедшей на некоторый угол» [16].

Мы полностью согласны с автором, кроме двух последних фраз. Мотивация трактовки автора: только так и никак иначе можно было объяснить существование праматерии — плоскопараллельной волны. Однако, с точки зрения логики и многолетних экспериментов, все происходит с точностью «до наоборот».

«Если исследовать оба выходящих пучка при помощи турмалина или стеклянного зеркала, то обнаруживается, что они вполне поляризованы и притом во взаимно перпендикулярных плоскостях. Колебания вектора $\mathbf{D}$ обыкновенной волны происходят перпендикулярно к главной плоскости, а необыкновенной — в главной плоскости. Свойства обоих лучей по выходе из кристалла, за исключением направления поляризации, конечно, ничем друг от друга не отличаются, так что название «необыкновенный» имеет смысл только внутри кристалла. Интенсивность обоих лучей одинакова, если на кристалл падает естественный свет» [17].

Твердый кристалл в результате поляризации продуцирует только плоско поляризованные волны, а на выходе, если их объединить, можно действительно получить исходную волну.

Поанализируем еще немного. Из двойного лучепреломления следует, что если несколько циркулярно поляризованных волн направить на некий кристалл, то можно получить плоско поляризованную волну. Ее мы и на-

блюдаем в случае использования поляроидов. У автора сложилась некая гипотеза в отношении того, что применение кристаллических поляроидов, например турмалина, снизит световой фронт в два раза. Возможно, это находится в согласии со свойствами кристалла. Может быть, кристалл селекционирует право- и левовращающиеся частицы. И тогда объяснение вполне справедливо.

Вновь вернемся к работе А. С. Сониной, исследовавшего распространение света в жидких кристаллах:

«Вернемся к нашим холестерикам. Если изучать оптические свойства холестериков вдали от длины волны селективного рассеяния, то ничего необычного, кроме аномально большой оптической активности, о которой мы уже говорили, не наблюдается. Необычными поляризационными характеристиками обладает только свет, прошедший и отраженный плоской текстурой с длиной волны селективного рассеяния.»

Рассмотрим для определенности холестерик с правой спиралью (рис. 1.7).

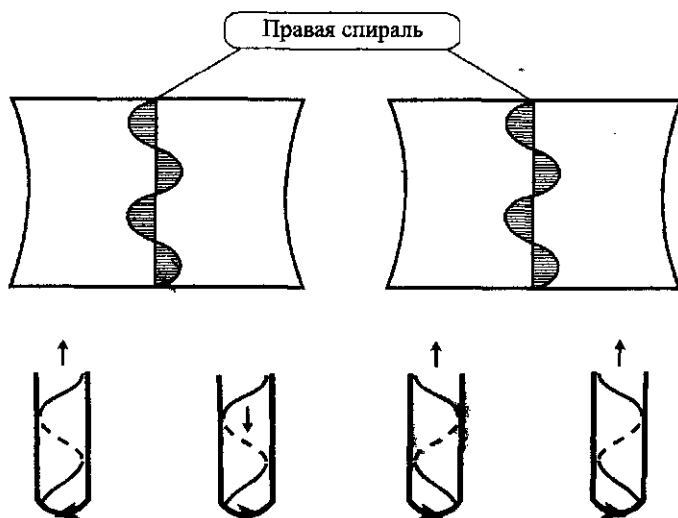


Рис. 1.7. Схема, иллюстрирующая отражение и прохождение циркулярно поляризованных лучей через слой холестерика с правой спиралью

Пусть на него падает правая циркулярно поляризованная волна. Тогда оказывается, что она отражается от плоской текстуры полностью и поляризована вправо. Таким образом, прозрачная плоская текстура холестерика в этом случае ведет себя... (я хотел написать

«как зеркало», но вовремя остановился). Действительно, прозрачный холестерик отражает циркулярно поляризованную волну, имеющую знак, совпадающий со знаком своей спирали. Но совсем не как зеркало! При зеркальном отражении направление вращения не меняется, поэтому падающая правая циркулярно поляризованная волна, отразившись, будет левой, так как мы смотрим теперь на нее с другой стороны (рис. 1.7). В случае отражения от холестерика на его поверхности происходит изменение направления вращения, и поэтому для наблюдателя, смотрящего на распространяющуюся волну, она не меняет своего знака поляризации. Если же на препарат холестерика, имеющего плоскую текстуру с правым шагом спирали, падает циркулярно поляризованная волна с левой поляризацией, то для этой волны он будет совершенно прозрачен: пройдя препарат без поглощения, волна выйдет из него также левой.

Но на этом удивительные свойства холестериков не кончаются. Отметим его неполяризованным светом. Спиральная структура холестерика, действуя как фильтр, пропустит 50 % падающего света, который по выходе из препарата будет циркулярно поляризован, причем знак поляризации будет противоположен знаку спирали. Остальной свет отразится, но приобретет циркулярную поляризацию того же знака, что и спираль. Оказывается, природа создала простой способ получения циркулярно поляризованного света! Эти свойства избирательного поглощения можно использовать для нахождения длины волны селективного рассеяния. Для этого достаточно измерить спектр пропускания препарата в неполяризованном свете. Длина волны селективного рассеяния будет отмечена полосой поглощения с 50%-ным пропусканием» [18].

В зависимости от того, какая терминология нам нравится, на первом этапе наших рассуждений мы можем считать естественный свет цугом или фронтом циркулярно поляризованных или неполяризованных, но все равно циркуляционных волн (или частиц), совершающих хаотичные лево- и правосторонние вращения. И прохождение естественного света через кристаллическую пластинку вносит известные изменения в его внутреннюю структуру, превращая, например, естественный свет, состоящий из совокупности всевозможно ориентированных плоско поляризованных волн, также в свет естественный, но представляющий совокупность всевозможно ориентированных эллиптически поляризованных волн.

Этот интересный опыт, впервые осуществленный С. Вавиловым, позволил обнаружить «эллиптическую поляризацию естественного света» — результат, кажущийся, на первый взгляд, парадоксальным [19]. Классическая физика по традиции отказалась принимать эксперимент Вавилова или давала ему совершенно несуразные объяснения. А между тем стоило вер-

нуться почти на двести лет назад, когда Френель изложил одну из своих гениальных теорий, которая не то чтобы была забыта. Просто ее стали применять в основном при анализе свойств кристаллов и, конечно же, с позиций волны.

Приводим полностью эту теорию:

«В своей теории круговой поляризации Френель исходит из факта, что луч, поляризованный по кругу и имеющий период, представлен как результат наложения двух лучей, поляризованных в двух взаимно перпендикулярных плоскостях. Если по осям x и y имеются колебания, действующие на некоторую точку среды и имеющие разность фаз $\frac{\pi}{2}$ (или разность ходов волны в $\frac{\lambda}{4}$), то мы можем написать:

$$\xi = \alpha \sin 2\pi \frac{t}{T}; \quad \eta = \alpha \cos 2\pi \frac{t}{T}. \quad (1.10)$$

(по оси x) (по оси y)

Возводя в квадрат и складывая, получаем

$$\xi^2 + \eta^2 = \alpha^2. \quad (1.11)$$

Уравнения (1.11) и (1.10) показывают, что точка среды под влиянием двух колебаний (1.10) движется по кругу по стрелке часов, давая правый круговой луч. При колебаниях со слагающими

$$\xi = \alpha \sin 2\pi \frac{t}{T}; \quad \eta = -\alpha \cos 2\pi \frac{t}{T} \quad (1.12)$$

(по оси x) (по оси y)

получается круговая поляризация с вращением против стрелки часов, т. е. левый круговой луч. В своей теории круговой поляризации Френель показывает, что поляризованный по кругу луч проходит сквозь пластинку кристалла, вырезанную перпендикулярно к оси, без изменения. На границе кристалла, при вступлении в него, круговой луч имеет слагающие:

$$\xi = \alpha \sin \frac{2\pi t}{T}; \quad \eta = \alpha \cos \frac{2\pi t}{T}. \quad (1.13)$$

После прохождения толщи пластинки t слагающие приобретают фазу φ , получаем

$$\xi_1 = \alpha \sin \left(2\pi \frac{t}{T} - \varphi \right); \quad \eta_1 = \alpha \cos \left(2\pi \frac{t}{T} - \varphi \right). \quad (1.14)$$

Компоненты ξ_1 и η_1 дадут после сложения поляризованный по кругу луч с вращением против стрелки часов. Таким образом, кругополяризованный луч проходит параллельно оси через кристаллическую пластинку без изменения.

Чтобы объяснить вращение плоскости поляризации, Френель допускает, что в кристалле поляризованный в плоскости луч, идущий параллельно оси, распадается на два луча, поляризованных по кругу, имеющих противоположное вращение и разную скорость. Пусть на кристалл падает плоскополяризованный луч с колебанием по оси x :

$$x = \alpha \cdot \sin 2\pi \frac{t}{T}. \quad (1.15)$$

Этот луч заменен двумя компонентами по оси x :

$$\xi = \frac{\alpha}{2} \sin 2\pi \frac{t}{T}; \quad \xi_1 = \frac{\alpha}{2} \sin 2\pi \frac{t}{T}. \quad (1.16)$$

По оси y мы можем прибавить два колебания η и η_1 , сумма которых равна нулю:

$$\eta = \frac{\alpha}{2} \cos 2\pi \frac{t}{T}; \quad \eta_1 = -\frac{\alpha}{2} \cos 2\pi \frac{t}{T}. \quad (1.17)$$

Уравнения (1.15) и (1.16) равносильны двум поляризованным по кругу лучам:

$$\xi = \frac{\alpha}{2} \sin 2\pi \frac{t}{T}; \quad \eta = \frac{\alpha}{2} \cos 2\pi \frac{t}{T} \quad (1.18)$$

(кругополяризованный правый луч),

$$\xi_1 = \frac{\alpha}{2} \sin 2\pi \frac{t}{T}; \quad \eta_1 = -\frac{\alpha}{2} \cos 2\pi \frac{t}{T} \quad (1.19)$$

(кругополяризованный левый луч).

Падающий на кристалл плоскополяризованный луч (1.14) переходит в кристалле в два поляризованных по кругу луча с противоположными вращениями (1.17). По гипотезе Френеля, эти лучи проходят через кристалл с разной скоростью и, следовательно, вносят различную разность фаз после прохождения. После прохождения через кристаллическую пластинку имеем

$$\xi = \frac{\alpha}{2} \sin \left(\frac{2\pi t}{T} - \varphi \right), \quad (1.20)$$

$$\eta = \frac{\alpha}{2} \cos \left(\frac{2\pi t}{T} - \varphi \right) \quad (1.21)$$

для правого луча, поляризованного по кругу;

$$\xi_1 = \frac{\alpha}{2} \sin \left(\frac{2\pi t}{T} - \varphi_1 \right), \quad (1.22)$$

$$\eta_1 = -\frac{\alpha}{2} \cos \left(\frac{2\pi t}{T} - \varphi_1 \right) \quad (1.23)$$

для левого луча, поляризованного по кругу, φ не равно φ_1 . Движение по выходе из кристалла получается как результат сложения двух компонент $\xi + \xi_1$ и $\eta + \eta_1$:

$$x_1 = \xi + \xi_1 = \alpha \sin \left(\frac{2\pi t}{T} - \frac{\varphi + \varphi_1}{2} \right) \cdot \cos \frac{\varphi_1 + \varphi}{2}, \quad (1.24)$$

$$y_1 = \eta + \eta_1 = \alpha \sin \left(\frac{2\pi t}{T} - \frac{\varphi + \varphi_1}{2} \right) \cdot \sin \frac{\varphi_1 - \varphi}{2}. \quad (1.25)$$

После прохождения луча через кристалл мы имеем движение с той же амплитудой и с тем же периодом, но совершающееся в другом азимуте ϑ , причем луч остается плоскополяризованным

$$\operatorname{tg} \vartheta = \frac{y_1}{x_1} = \operatorname{tg} \frac{\varphi_1 - \varphi}{2}. \quad (1.26)$$

Если $\varphi > \varphi_1$, т. е. левый круговой луч распространяется быстрее, то вращение плоскости поляризации после прохождения через кристалл наблюдается влево. Если быстрее распространяется правый круговой луч, $\varphi > \varphi_1$ и ϑ отрицательно, вращение совершается вправо. Как легко понять, разность фаз $\varphi - \varphi_1$ и вращение тем больше, чем толще пластинка. О связи вращении плоскости поляризации и длины волны из теории Френеля нельзя сделать никаких заключений» [20].

Покажем, что основные идеи теории Френеля отражают реальность. Вначале обратимся к терминам. Придадим не совсем понятному определению Френеля «точка среды» вещественный характер и назовем ее квантом или фотоном, что на наш взгляд гораздо точнее. И будем, в соответствии с воззрениями Френеля, излагать его теорию с некоторыми комментариями:

1. Квант под влиянием двух колебаний движется по кругу, давая правый или левый круговой луч. Поскольку квант также перемещается в продольном направлении, естественно, что он движется по спирали. Круги — его проекция на продольную плоскость.
2. Световой луч может быть представлен как левовращающимися, так и правовращающимися квантами. В соответствии с теорией Френеля, поляризованный по кругу луч представляет собой цуг или ассоциацию квантов с примерно равным статистическим содержанием (по 50 % лево- и правовращающихся квантов)⁸.
3. Световой луч, состоящий из квантов, проходит сквозь пластинку кристалла, вырезанную перпендикулярно к оси, без изменения.
4. Световой луч проходит сквозь пластинку кристалла, вырезанную параллельно к оси, становясь плоско-поляризованным (Френель рассмотрел обратный процесс).

Другие особенности поведения луча в теории Френеля прекрасно сочетают эту теорию и квантовую концепцию.

Еще раз повторимся. Френель так не считал. В его понимании волна представлялась некой сплошной средой, колеблющейся только в одной из плоскостей.

Вращению может подвергаться некая точка среды. Но, если эта точка среды является элементом светового потока, то она вполне может быть охарактеризована как квант. В этой теории вращение вовсе не является обязательным, а частным эффектом, порожденным поляризацией. Но прежде чем перейти к другого рода аргументам, хотелось бы сказать несколько слов о плоской волне. Автор полагает, что в трехмерном мире волна просто обязана быть объемной. И, конечно, само понятие волны условно — у нее нет носителя.

Очень удобные великолепные построения Максвелла последовательно отнесли к плоской волне. И если бездумно смотреть на море, то волна и должна выглядеть плоско. Хотя можно было и задуматься над тем, что Господь, скорее всего, обитающий где-то в пятимерном или другом многомерном пространстве, взял бы и выделил в нашем трехмерном объеме плоскую волну. Вряд ли он был настолько изощрен. Этот подход был бы эстетически неверен. И он был неприемлем для концепции вращения.

Существует по крайней мере еще два доказательства цилиндрической поляризации. Одно из них носит общий характер, и ему будут посвящены следующие параграфы. Другое — совершенно неожиданное и рождено сомнением Эйнштейна. Поляризация света является неким действием, ко-

⁸ Это утверждение еще предстоит доказать.

торое обнаруживает новое свойство света при условии, что световая «волна» носит циркулярно поляризованный характер.

Такая постановка вопроса вполне в духе Господа Бога, поскольку поместить в трехмерное пространство двумерную волну даже для него было бы сложно.

Возникает иной вопрос, является ли излучение право- или левовращающимся. Здесь возможны две точки зрения. Первая, основанная на вероятностном подходе, когда количество лево- и правовращающихся фотонов примерно одинаково. И вторая — все фотоны имеют только одно, а именно — левостороннее вращение. Но свет обладает «памятью». То есть, если исходная волна являлась циркулярно поляризованной, а затем плоско поляризованной, то ее плоская поляризация сохраняется во времени и пространстве.

Вернемся к нашим экспериментам с пузырьками, поднимающимися в воде. Заклучим наш генератор пузырьков (его можно приобрести в магазине для поддержания жизнедеятельности аквариумных рыбок) в плоский ящик из оргстекла. На наш взгляд, это хороший аналог поляризации.

Пузырьки приобретут эллиптическую поляризацию, а при очень небольшом расстоянии между стенками ящика их движение практически будет напоминать волнообразные колебания. Причем, пузырьки не будут слипаться друг с другом.

Возвращаясь к словам Р. Пайерлса, вынесенным в эпиграф предыдущего параграфа, мы наблюдаем колебательное движение частиц (пузырьков), которые, во-первых, сохраняют свою индивидуальность, а во-вторых, сумели самоорганизоваться. Фронт колеблющихся пузырьков само моделирован и может быть поляризован. Заметим, что размер пузырьков не зависит от характера движения, за редким исключением пузырьки не слипаются. Их объем определяется только условиями генерирования (размерами отверстия или сопла, через которое продавливается воздух).

Стабильность пузырьков и упорядоченный характер их движения являются полным аналогом перемещения фотонов. В свободном пространстве пуч фотонов циркуляционно (естественно) поляризован. Однако естественная поляризация ни в коей мере не является совершенной.

Поляризация в кристалле или лазерная накачка, образно говоря, превращает движение фотонов из шествия новобранцев в стройный марш элитных подразделений.

Картина интерференции, которую можно наблюдать как в случае поляризации, так и без нее, характеризует конфигурацию упорядоченного движения.

Картины интерференции могут принимать случайные положения, отражая локальные уплотнения и утоньшения вещества, через которое проходит или которое отражает луч света. В другом случае — это совершенный порядок, поскольку органический или неорганический кристалл в

соответствии с собственным строением формирует движение фотонов. Он может отразить часть фотонов, «не пригодных для формирования», в конкретной плоскости, или поглотить их, или трансформировать их в другую плоскополяризованную шеренгу фотонов. Не это главное. Важно то, что луч «пластичен» и поддается поляризации или упорядочению, и эта новая конфигурация движения стабильна. Способность упорядоченного фронта фотонов сохранять свою конфигурацию в принципе отлична от свойств поляризованного цуга пузырьков, хотя это отличие можно считать условным. Полной аналогии здесь в принципе быть не может. Поляризованная шеренга пузырьков стремится перейти в полноценное вращательное (циркуляционное) движение. Следует полагать, что и поляризация луча света не является абсолютно стабильной. Со временем плоскополяризованный свет также стремится принять естественное спиралевидное вращение.

Полагая, что фотон является материальной субстанцией, понятно, что в случае поляризации эта субстанция становится волной, колеблющейся в одной плоскости, либо в случае цуга фотонов вытянутым эллипсоидом, или той же волной.

Поляризованная в перпендикулярных плоскостях субстанция перемещается в пространстве по аналогии с двумя проволочными синусоидами, вставленными перпендикулярно одна в другую. Естественно, что об интерференции не может быть и речи.

Все три доказательства или «псевдодоказательства» волновых свойств света базируются на тенденциозной трактовке экспериментов, сделанных еще в то время, когда не была известна дифракция материальных частиц и другие эффекты. Все, о чем можно было судить в результате анализа, — это наличие колебаний светоносной среды, точнее, фиксации экраном ее периодичности. Однако периодичность не обязательно должна быть вызвана волной. Движение синхронизированного пакета индивидуальных частиц создает аналогичный эффект. Возможно, что почти двести лет назад, когда вопрос о частице или волне являлся предметом дискуссий и принцип Ферма отвергал возможность или целесообразность колебаний твердых частиц, принцип волны был более прост в понимании. Математический аппарат, созданный за эти годы, канонизировал волновые свойства света.

§ 1.5. Замкнутые космологические системы

Схема расширяющейся Вселенной — продукт невозможности объяснения эффекта Доплера. Психологически стареющий А. Эйнштейн принял идею расширяющейся Вселенной, переступая через себя, и с изрядной долей отвращения. Возможно, этим и объясняется его холодность к замечаниям Фридмана (известное уравнение). Хотя многие понаслышке счи-

тают, что уравнение Фридмана противоречит схеме сжимающейся Вселенной, это далеко не так. Просто у уравнения было два решения, но это второе, побочное, убивало красоту, к которой стремился А. Эйнштейн. А до этого была «простая» программа, позволяющая поддерживать равновесие в замкнутой системе.

«Из закона сохранения энергии следует, что система, излучающая гравитационные волны, должна излучать и энергию, что приводит к затуханию движения. Тем не менее можно представить себе и случай незатухающих колебаний, если предположить, что кроме волн, излучаемых системой, имеется еще второе концентрическое волновое поле, распространяющееся внутрь, которое сообщает системе столько же энергии, сколько уносят расходящиеся волны. Тогда будет существовать незатухающий механический процесс, происходящий внутри системы стоячих волн» [21].

Идея эта, выдвинутая совместно с Розеном в 1937 г., не содержала ничего сверхъестественного. Она только оконтурировала программу сохранения гравитационной стабильности замкнутой системы. Поскольку очевидно, что, излучая электромагнитные волны, система должна терять стабильность. Система или Вселенная действительно за счет ослабления сдерживающего фактора (гравитации) могла стать разбегающейся. А. Эйнштейн этого не хотел... Много позже, когда принцип красного смещения победно зашагал по планете, а эффект Доплера превратился в канон, об этой ранней работе незаслуженно забыли... А между тем против однозначной трактовки эффекта Доплера существует одно простое и веское соображение. Земля и Солнечная система не является «пупом» или центром мира. По крайней мере, астрономические наблюдения не дают нам утвердиться в этом мнении. Предположим, что солнечная система находится на некотором удалении от Солнца. На самом деле это глубокая периферия. В этом случае «разбегание» от центра должно привести к тому, что по крайней мере какое-то количество звезд, находящихся ближе к центру, чем Солнце, будут приближаться к нему. Свет от этих звезд должен быть смещен в синюю часть спектра, чего не происходит. В другом варианте статистически сумма звезд, к которым приближается Земля и от которых удаляется, должно быть примерно одинаково, а следовательно, число звезд с красным и фиолетовым смещением примерно равно. На практике красное смещение доминирует.

Мы неоднократно будем возвращаться к этому парадоксу, но поскольку в данном параграфе речь идет о нарушении энергетического баланса гравитационных систем, позволим себе перевести сомнения А. Эйнштейна на доступный для большинства читателей язык.

Масса излучает гравитационные волны, которые уносят энергию. Если энергия излучения гравитационных волн достаточно велика, то, во-

первых, гравитация — процесс затухающий; во-вторых, рано или поздно масса вещества должна истощиться. На эти вопросы, вернее, второй вопрос, А. Эйнштейн не знал ответа.

Иногда Эйнштейн был растерян. Он констатировал, что система теряет энергию. В его теориях этого быть не могло. И он создал компенсаторное концентрическое волновое поле, сообщающее системе столько энергии, сколько уносят гравитационные волны.

Формально А. Эйнштейн был прав, рассматривая макросистему в целом и апеллируя к закону сохранения энергии. Однако компенсаторный механизм, например, основанный на принципе «черных дыр» или «схлопывания энергии», не обязательно должен описываться уравнениями поля. Иными словами, в открытых микросистемах закон сохранения энергии не действует. Энергия излучения звезд и других объектов на локальном участке пространства ничем не скомпенсирована. Да и не может быть скомпенсирована в принципе. Компенсаторный механизм в виде черной дыры может находиться в другом участке пространства, и он поддерживает макроравновесие во Вселенной.

Во времена Эйнштейна подобного подхода попросту не существовало. Эксперименты, процитированные ранее, свидетельствуют о том, что фотоны, движущиеся со скоростью света, обладают гравитационным полем⁹. Косвенно это вселивает в нас уверенность и позволяет более масштабно рассмотреть вопрос о поле и веществе.

«Область, в которой справедливы законы поля, резко отделена от области, в которой находится вещество. Но что является физическим критерием, различающим вещество и поле? Раньше, когда мы не знали теории относительности, мы пытались бы ответить на этот вопрос следующим образом: вещество имеет массу, в то время как поле ее не имеет. Поле представляет энергию, вещество представляет массу. Но мы уже знаем, что такой ответ в свете новых знаний недостаточен. Из теории относительности мы знаем, что вещество представляет собой огромные запасы энергии, и что энергия представляет вещество. Мы не можем таким путем провести качественное различие между веществом и полем, так как различие между массой и энергией не качественное. Гораздо большая часть энергии сосредоточена в веществе, но поле, окружающее частицу, также представляет собой энергию, хотя и в несравненно меньшем количестве. Поэтому мы могли бы сказать: вещество — там, где концентрация энергии велика, поле — там, где концентрация энергии мала. Но если это так, то различие между веществом и полем скорее количественное, чем качественное. Нет смысла рассматривать

⁹ Это означает, что не только материя, но и энергия обладает гравитационным полем.

вещество и поле как два качества, совершенно отличные друг от друга. Мы не можем представить себе резкую границу, разделяющую поле и вещество.

Те же трудности вырастают для заряда и его поля. Кажется невозможным дать ясный качественный критерий, позволяющий провести различие между веществом и полем или зарядом и полем.

Структурные законы, т. е. законы Максвелла и гравитационные законы, нарушаются для очень большой концентрации энергии или, как мы можем сказать, они нарушаются там, где присутствуют источники поля, т. е. электрические заряды или вещество. Но не можем ли мы слегка модифицировать наши уравнения так, чтобы они были справедливы всюду, даже в областях, где энергия колоссально сконцентрирована?

Мы не можем построить физику на основе только одного понятия — вещества. Но деление на вещество и поле после признания эквивалентности массы и энергии есть нечто искусственное и неясно определенное. Не можем ли мы отказаться от понятия вещества и построить чистую физику поля?» [22].

Здесь гениально все: и постановка задачи, и ошибочная гипотеза о построении чистой физики поля. А. Эйнштейн и Л. Инфельд понимали, что необходим критерий, позволяющий четко отделить поле от вещества, но его не было. Эквивалентность массы и энергии застилала им глаза. И в то же время любовь к полю была непреходящей. И А. Эйнштейн был готов даже отказаться от поля... А между тем этот критерий лежал на поверхности. Параметром, отличающим вещество от поля, была скорость света. И формулировка принципа очень проста. **Энергетическое поле может существовать только при световой скорости его носителей.** В качестве носителей выступают фотоны различной частоты.

Вполне естественно, что энергетическое поле обладает массой, а следовательно, и гравитационной компонентной, и суть поля еще состоит в том, что оно одновременно является синонимом электромагнитного поля. То есть любое поле обладает тремя векторными компонентами: гравитационным, магнитным и электрическим.

Обратимся к ранней работе А. Эйнштейна:

«Если мы будем с точки зрения гипотезы о существовании эфира рассматривать гравитационное и электромагнитное поля, то мы заметим замечательную принципиальную разницу между ними. Не может быть пространства, а также и части пространства без потенциалов тяготения; последние сообщают ему метрические свойства — без них оно вообще немислимо. Существование

гравитационного поля непосредственно связано с существованием пространства. Напротив, очень легко представить себе любую часть пространства без электромагнитного поля; в противоположность гравитационному полю поле электромагнитное каким-то образом лишь вторично связано с эфиром, причем природа электромагнитного поля вовсе не определяется природой эфира поля тяготения. При современном состоянии теории кажется, что электромагнитное поле в отличие от гравитационного поля определяется совершенно другой формальной причиной; как будто бы природа могла надделить гравитационный эфир вместо полей типа электромагнитного поля, также и полями совершенно другого типа, например скалярными.

Так как, по нашим современным воззрениям, и элементарные частицы материи по своей природе представляют собой не что иное, как сгущения электромагнитного поля, то, следовательно, в нашей современной картине мира существуют две совершенно различные по содержанию реальности, хотя и связанные между собой причинно, а именно, гравитационный эфир и электромагнитное поле; их можно назвать пространством и материей.

Естественно, что большим шагом вперед было бы объединение в одну общую картину гравитационного и электромагнитного полей. Тогда была бы достойно завершена эпоха теоретической физики, начатая Фарадеем и Максвеллом; сгладилась бы противоположность между эфиром и материей, и вся физика стала бы замкнутой теорией, подобной общей теории относительности, охватывающей геометрию, кинематику и теорию тяготения» [23].

Следует отметить, что до самой смерти взгляды А. Эйнштейна в этом вопросе не претерпели существенных изменений, и практически являются каноном и в наше время.

Архаичность некоторых воззрений Эйнштейна не вызывает сомнения. При любом способе классификации полей очевидно, что электромагнитное поле представляет собой только часть их спектра и никакого отношения к понятию пространства не имеет. Пространство в геометрическом смысле, если рассматривать его как интервал между несколькими источниками вещества, не зависит от гравитационного излучения. В то же время оно обладает метрикой¹⁰. Ему в равной мере чужда Евклидова, Риманова, да и любая другая конфигурация. А понятие «метрика» проявляется только тогда, когда мы соизмеряем движение фотона или, точнее, сгущенной энергии (сингулярности) в гравитаци-

¹⁰ Можно сказать и по-другому. Пространству присущ определенный потенциал, который при наличии пробного тела обращает его в метрику.

онном поле. Тогда за счет поиска фотоном своей геодезической и возникает понятие «метрика», характеризующее частотой фотона и гравитационным потенциалом. Без движения бессмысленно говорить о метрике пространства. Она — объективная и в то же время скрытая реальность. Метрика — ответная реакция поля на возмущение. Согласившись с мнением А. Эйнштейна в том, что сгущения электромагнитного поля суть элементарные частицы, мы готовы рассмотреть понятие необратимости первого правила. То есть, породив «крупный» сгусток электромагнитного поля, мы выпустили джинна из бутылки и создали единственно возможный гибрид, который одинаково хорошо чувствует себя как при скорости света, так и в досветовых скоростях. Речь идет о фотонах и электронах, а также других частицах, обладающих массой. И те и другие в конечном итоге являются сгустками энергии. Различие состоит в том, что одни движутся со скоростью света, другие — с досветовыми скоростями.

Особенности движения порождают различия их характеристик, но не лишают упомянутые сгустки энергии свойственных им закономерностей. В общем виде подобная аналогия, если не тождество, порождает идею сингулярности, столь нелюбимую А. Эйнштейном. Любая частица, любой квант энергии в таком случае становится сингулярностью, для описания которой уравнения поля попросту непригодны.

Сгущения электромагнитного поля (фотоны, элементарные частицы) могут существовать как при скорости света, так и при значительно меньших скоростях. Сингулярности являются кирпичиками или зародышами вещества.

Переход вещества в поле происходит скачкообразно по известным законам, где постоянная Планка регулирует частоту генерированного фотона и также указывает на то, какую энергию надо приложить, чтобы произвести фотон. На данный момент нашего обсуждения постоянная Планка является одной из канонических характеристик пространства, так же как и скорость света.

Гениальная интуиция А. Эйнштейна вылилась в предсказание: «*Всякая энергия сопротивляется изменению движения*» [24]. И оно очень пригодится нам впоследствии. «Зловредность» идеи специфической геодезической очень велика.

Косвенно, если принять идеи, изложенные в этой книге, то общая теория относительности по существу является только красивой математической абстракцией, не более.

Не геометрия поля без носителей создает гравитацию, а сам факт существования материи (вещество или энергия), постоянно излучающей гравитоны. И мы, сами того не желая, вплотную приблизились к парадоксу скоростей. Рассмотрим открытый конусовидный горнорудный карьер,

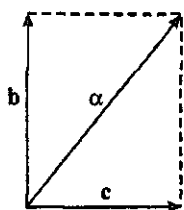


Рис. 1.8. Скорость света и ее проекции

по стенкам которого проложена спиралевидная дорога, по дороге постоянно курсируют большегрузные автомобили, направляющиеся за рудой и вывозящие ее. Автомобили движутся неспешно с относительно постоянной скоростью. Подобных примеров множество. Движение по спирали мы можем преобразовать в систему векторов евклидовой геометрии, нарисовав обычную систему Пифагора (рис. 1.8).

Скорости проекций (векторы b и c), конечно же, ниже скорости результирующего вектора a , характеризующего перемещение по винтовой линии.

Для стандартных систем подобное преобразование и наглядность корректны. А что делать со скоростью света? Фотон, перемещающийся по винтовой линии, должен двигаться либо со скоростью, большей скорости света, если векторы b и c означают световую скорость, либо он движется со скоростью света (вектор a), а векторы b и c характеризуют движение со скоростью ниже световой, что тоже невозможно¹¹.

Исследование этого парадокса приводит к одной простой мысли. Нам достоверно известно, что преодоление пространства, т. е. взаимодействие фотона с полем, стабильно и постоянно. И скорость его остается относительно постоянной величиной, как и скорость автомобиля в карьере. Отличие состоит в том, что если математический формализм допустим для разложения вектора скорости автомобиля на движение по двум евклидовым координатам, то в системе поле — фотон это математическое действие неправомерно, либо носит формальный характер.

С формальной точки зрения, движение по евклидовым координатам осуществляется с досветовой скоростью. Но точнее было бы сказать, что фотон просто не понимает евклидовой геометрии, или она неприменима для описания его движения. Он способен перемещаться только по винтовой линии, которая для него и является геодезической. И это движение осуществляется со скоростью света.

Приняв во внимание тезис о неприемлемости евклидовых координат для рассмотрения вектора скорости движения фотона, мы вправе задать себе вопрос, а насколько вообще правомерно рассмотрение переноса или искажения систем координат при описании движения фотона? Не является ли его собственный мир даже не римановой, а специфической, спиральной особой системой координат, живущей по своим законам?

¹¹ Проекция вектора поперечной или «колебательной» скорости кванта в евклидовом пространстве ниже скорости света.

§ 1.6. Принцип соразмерности

Хотя существуют чрезвычайно убедительные доказательства в пользу предположения, что свет распространяется посредством колебаний, мы находимся, однако, почти в полном неведении в вопросе о том, что именно колеблется и каков характер этих колебаний.

Дж. У. Стретт (лорд Рэлей)

Слова лорда Рэля, сказанные более сотни лет назад и вынесенные нами в эпиграф, не потеряли актуальности до настоящего времени, хотя время и победное шествие волновой теории как-то затупевало этот, возможно, ключевой вопрос.

Для полноты картины приведем гипотезы эфира такими, как их представлял себе лорд Рэлей:

- «I. Светоносный эфир, в высокой степени разреженный и упругий, заполняет Вселенную.*
- II. Колебательные движения возбуждаются в этом эфире каждый раз, как тело начинает светиться.*
- III. Ощущение различных цветов зависит от различной частоты колебаний, возбужденных светом на сетчатке.*
- IV. Все материальные тела притягивают эфирную среду, вследствие чего она накапливается в их веществе и на малом расстоянии вокруг них в состоянии большей плотности, но не большей упругости [25].»*

Если мы будем придерживаться взглядов Рэля, сегодня кому-то показавшихся устаревшими, мы должны понимать, что светоносная среда должна обладать определенной плотностью, чтобы светящееся (излучающее) тело было способно заставить ее колебаться. По-видимому, плотность колеблющегося сгустка энергии не должна существенно отличаться от плотности эфира.

При существенной разности плотностей сгусток энергии просто пронзит эфир как пуля лист бумаги, не вызвав никаких возмущений. В совершенном гипотетическом случае, если сгусток энергии менее плотен, чем эфир, последний просто не отреагирует на него. Только при подобии плотностей среда (эфир) может начать колебаться. Возможны два варианта. Колеблущаяся среда переносит сгусток энергии (фотон). Среда сама сгущается (подобно фону¹²) и переносит энергию. Последнее предположение, скорее всего, относится к области фантастики, но теоретически оно возможно.

¹² Гипотетический звуковой квант.

Во втором случае мы должны признать, что при начале колебаний эфира (или иной среды) происходит его концентрация или сгущение. И тогда последует второй вопрос, каковы характеристики сгущения?

Таким образом, если теоретическим или экспериментальным путем будет доказано, что сгусток энергии, именуемый квантом, обладает плотностью, много большей (на несколько порядков), чем передающая среда, у нас возникнут серьезные сомнения в концепции передающей, разреженной среды. Простая аналогия: морская волна не в состоянии подхватить и передвигать чуждое ядро.

Гораздо проще отказаться от концепции передающей среды и принять версию, что в пространстве колеблется (точнее, совершает движения вокруг какой то прямой в пространстве) сам сгусток энергии вне зависимости от существования среды. Но тогда возникает вопрос. А собственно для чего этому сгустку отказываться от принципа Ферма и совершать плоско-параллельные колебания, существенно удлиняя свой путь?

На этот вопрос в традиционной теории нет ответа. Можно сколько угодно много апеллировать к экспериментальным данным. В сущности это ничего не меняет. Логика и целесообразность заставляют более внимательно анализировать результаты. Всегда может оказаться, что произошла ошибка эксперимента, либо факты неправильно интерпретированы.

§ 1.7. Интенсивность излучения

Мы приходим к тому, что рассматриваем как меру интенсивности энергию, проходящую в единицу времени через данную площадь, параллельную волнам; а эта величина пропорциональна не первой степени амплитуды, а квадрату ее.

Дж. У. Стретт (лорд Рэлей)

Эпиграф, заимствованный нами из книги лорда Рэрея «Волновая теория света», характеризует либо должен характеризовать зависимость энергии плоской волны от ее амплитуды.

$$\frac{E_n}{S} = f(A^2), \quad (1.27)$$

где E_n — энергия плоской волны, A — амплитуда.

Поскольку в нашем понимании плоская волна — это только факт, характеризующий поперечное сечение спирали, по которой движется квант, то энергия кванта (E_k), отнесенная к его площади (S), должна выражаться зависимостью

$$\frac{E_k}{S} = f(A^4), \quad (1.28)$$

или точнее

$$\frac{E_k}{S} = f(\pi A^4). \quad (1.29)$$

Даже из общих соображений очевидно, что выражение (1.29) переопределяется с определением Пойнтинга или тождественно ему. Здесь парадокс заключается в том, что элементарный поток (сгусток) электромагнитной энергии протекает через замкнутую поверхность, где замкнутая поверхность — есть сечение самого кванта.

Мы по аналогии с [26] имеем право записать:

$$E_k = E_k / S = h\nu / \pi A^2 T \quad (1.30)$$

или

$$E_k / S = c^8 / \pi \hbar G^2 = 7,09 \cdot 10^{120} \text{ Вт/м}^2, \quad (1.31)$$

т. е. наряду с объемной плотностью энергии кванта, являющейся константой, мы получили значение энергии сечения кванта, тоже являющееся величиной постоянной.

Из общих соображений понятно, что так и должно быть.

Леммы

1. Объемная плотность энергии кванта есть величина постоянная

$$E_{k,v} \approx 10^{112} \text{ Дж/м}^3.$$

2. Элементарная плотность энергии сечения кванта есть величина постоянная

$$E_{k,s} = c^8 / \pi \hbar G^2 = 7,09 \cdot 10^{120} \text{ Вт/м}^2.$$

Но уравнение (1.31) легко преобразуется

$$E_{ku} = A^2 c^8 / \hbar G^2 = A^2 \cdot 2,25796 \cdot 10^{120} \text{ Вт},$$

т. е. мы получили выражение, тождественное идее Рэлея:

$$E_{ku} = \text{const} \cdot A^2. \quad (1.32)$$

Независимо от правильности числового определения константы тождество математических формулировок свидетельствует о том, что физические предпосылки по крайней мере одной идеи некорректны.

Во втором случае вывод формулы базируется на строгом математическом изложении. В первом — для волновой теории это, скорее, интуиция и отражение экспериментального восприятия реальности.

Таким образом, волна (квант энергии) одновременно не может быть плоской либо иметь форму цилиндра.

Второй случай справедлив и логичен. Вместе с тем для случая плоской волны формулировка лорда Рэлея вряд ли может быть теоретически обоснована.

§ 1.8. Некоторые итоги

Наш небольшой обзор не претендует на полноту аргументации. При желании можно найти доводы за и против гипотезы волн. Однако невозможно отрицать того, что отдельные сгустки энергии, именуемые квантами, например электроны, способны создавать те же эффекты (дифракция, поляризация и интерференция), что и сплошная среда, именуемая волной. Аналогичный эффект дают и молекулы, что никак не вписывается в волновую концепцию.

Доминирование волновой теории потребовало соответствующего математического аппарата, где были использованы две основных характеристики плоской волны — частота (ν) и длина (λ).

Эта аналогия иллюстрируется известной схемой перемещения плоской синусоидальной волны. В этой схеме определение длины волны следующее: это — расстояние, на которое распространяется волна в течение одного периода. В известном уравнении $v = c/\lambda$ нет места амплитуде (максимальному по модулю отклонению возмущения от продольной оси, по которой перемещается волна). Традиционное описание волны с помощью этих двух параметров выдержало испытания многочисленными экспериментами и временем и представляется незыблемым. Здесь следует сделать одно небольшое замечание.

Для продольной волны уравнение (1.27) справедливо. Для поперечной — равенство вовсе не обязательно, поскольку уплотнение (или сингулярность) также перемещается и в плоскости, перпендикулярной направлению движения. Для поперечной волны высказанное суждение является, по крайней мере, удивительным.

Однако для кванта, являющегося реальным сгустком энергии, это утверждение может быть истинно. Справедливость этого положения мы начнем с рассмотрения и доказательства двух постулатов:

1. Квант света перемещается в пространстве по винтовой линии, что иллюстрируется его одновременным продольным и поперечным перемещением.

2. Длина, на которую перемещается квант за один период (T), разительно отличается от расстояния, на которое распространяется квант в течение одного периода. Иными словами $\lambda_{\text{кванта}} \neq \lambda_{\text{плоской волны}}$. Длина волны (или перемещения) кванта есть сложная геодезическая кривая или винтовая линия. $\lambda_{\text{плоской волны}}$ в графическом изображении — это расстояние между двумя витками синусоиды. То есть в первом случае длина волны — это длина винтовой линии, во втором — расстояние между экстремумами проекции.

Парадокс состоит в том, что и в первом, и во втором случае сохраняется принцип цикличности. И традиционное понимание волнового движения, и уравнения оптики вполне пригодны для описания движения кванта по геодезической.

Следует заметить, что в какой-то мере существование плоской электромагнитной волны относится к области человеческой психологии. В принципе единичную плоскую волну нельзя совместить с круговым вращением. Это все равно, что решать квадратуру круга. Однако изощренность человеческой мысли позволила, по крайней мере графически, решить и эту проблему. Были нарисованы две смещенные по фазе под углом 90° волны.

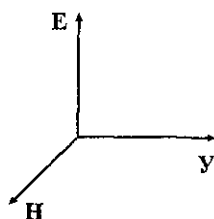


Рис. 1.9. Схема векторов кванта

«Подавляющее число лиц, изучавших теорию поля, имеют достаточно полное представление о продольно-поперечно-поперечной структуре такой волны в виде трех взаимно перпендикулярных векторов: магнитной H и электрической E составляющих поля и вектора Умова—Пойтинга Y , направленного по линии распространения электромагнитной энергии (рис. 1.9).

Векторы E и H сдвинуты в пространстве по фазе на 90° (рис. 1.10).

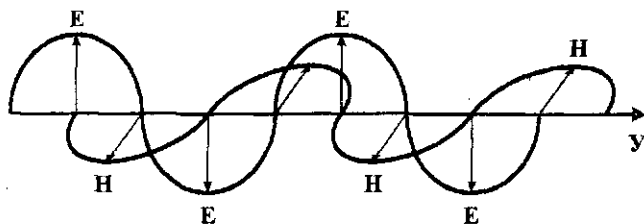


Рис. 1.10. Схема электромагнитной волны

Они вращаются вокруг направления излучения со скоростью света, непрерывно переходя друг в друга. В момент максимума электрической составляющей магнитная равна нулю, но как только первая начинает убывать, она индуцирует возрастание магнитной энергии вплоть до максимума. В этой точке волны вектор E становится равным нулю, поэтому магнитная энергия начинает убывать, индуцируя электрическую составляющую, но уже обратной полярности. В тот момент, когда электрическая энергия достигает максимума, магнитная становится равной нулю. По этой причине электрическая составляющая начинает убывать, индуцируя магнитное поле обратного направления. Циклы повторяются непрерывно в последующих точках пространства, обеспечивая распространение волны и передачу электромагнитной энергии в направлении излучения. Описание структуры электромагнитной волны является общеизвестным, и в нем нет ничего нового, по сути оно повторяет школьный курс объяснения работы трансформатора, но дает наглядное представление о вращении электромагнитного поля со скоростью света вокруг направления излучения — один оборот на расстоянии одной длины волны» [27].

Кажущаяся простота этой схемы порождает идею обязательного вращения электромагнитного поля со скоростью света вокруг оси излучения. Однако это положение не вполне справедливо. Предположим, что мы исследуем монохроматическое излучение γ -квантов. В традиционной концепции плоской волны не существует механизма, вызывающего вращение γ -квантов. Да и их вращение еще не гарантирует возникновения электрического поля. И, наконец, почему γ -кванты должны вращаться со скоростью света? И все ли кванты вращаются с одной скоростью?

На все эти вопросы нам только предстоит ответить. Начнем с замечания Ричарда Фейнмана: «Если заряд неподвижен, то никакого магнитного поля вокруг нет» [28]. Скорректируем это абсолютно верное утверждение мыслью А. Эйнштейна о тождестве неподвижной и равномерно прямолинейно движущейся систем отсчета. Из этого как будто становится ясной идея, что только ускоренное движение заряда способно продуцировать магнитное поле. Если мы переходим к электромагнитному излучению, то ускоренное движение может возникнуть только за счет собственного вращения заряда вокруг оси движения.

В этой цепи рассуждений мы получили первое утверждение или предпосылку к тому, что заряд или квант, продуцирующий электромагнитное поле, обязан вращаться. Следует также полагать, что величина заряда (или энергетическая характеристика кванта) влияет на продуцируемое поле, впрочем, так же как и скорость вращения кванта. В этой связи выдвинем следующие леммы, которые мы будем доказывать на протяжении этой книги:

Леммы

1. Движение крупных квантов (электронов) порождает полноценное электрическое поле. Вектор электрической составляющей E постоянен и направлен перпендикулярно оси движения.
2. Движение квантов электромагнитной части спектра порождает псевдоэлектрическое поле, характеризующееся отсутствием электрона. Здесь в качестве носителей электрического заряда выступают кванты.

Наиболее крупные высокоэнергетические кванты (от γ -квантов до квантов ультрафиолетовой части спектра) подобны электрону в части создания электрической составляющей. Остальные кванты меньшей массы проявляют себя менее выражено. Вектор электрической составляющей в сущности ничем не отличается от созданного движением электронов.

3. Движение гравитонов порождает вырожденное электрическое поле, которое мы называем гравитационным.
4. Собственное вращение электрона всегда порождает магнитное поле с постоянной характеристикой.
5. Собственное вращение квантов с различной энергетической характеристикой порождает магнитное поле, магнитная составляющая которого снижается по мере увеличения длины волны.
6. Собственное вращение гравитонов ни при каких обстоятельствах не способно породить магнитное поле.

Нам остается только подтвердить эти леммы.

Автору представляется, что версия, сложившаяся под впечатлением наблюдений за дифракцией и интерференцией, и канонизировавшая волновую природу света, родилась под знаком психологии и стереотипного мышления, а также знаний своего времени.

Любой поток сплошной среды, вырвавшийся из отверстия, стремится расшириться, занимая в сечении площадь гораздо большую, чем площадь отверстия. Между тем на этом основании никому не придет в голову надевать газ или жидкость волновыми свойствами.

На основании сегодняшних знаний механики сплошных сред значительно проще признать световой поток единой сплошной средой, компоненты которой (кванты) связаны между собой ничуть не меньше, чем молекулы газа или жидкости.

В силу этих причин в световом потоке (а это неупругая среда), покинувшем отверстие или щель, возникают две противоборствующие тенденции. С одной стороны, он стремится расшириться из-за дисбаланса сил, охватывающих поток. С другой стороны, он стремится сохранить свою плотность. Для потока существует только одно решение — разрыв среды с образованием множества колец, плотность которых примерно

постоянна — вступает в силу закон сохранения плотности потока, с другой стороны, между кольцами находится пустое (темное) пространство, в котором нет светового потока. Цель достигнута. Световой поток одновременно расширился (диаметр сечения увеличился) и максимально сохранил плотность составляющих колец. Это дифракция.

В другом варианте группировка происходит с участием более или менее однородной насыщенности квантов энергией. Так работает призма и, в некоторой степени, приборы для создания интерференции.

Наверное, нет смысла пренебрегать волновой теорией при рассмотрении явлений волновой оптики. Да и во многих других случаях понятие волна, по крайней мере, очень удобно. Вместе с тем следует понимать, что волна это не вещественная характеристика, а только факт, отражающий перемещение кванта в пространстве.

Глава II

Квант и пространство

§ 2.1. Свет как инородное тело

Скорость света в нашей теории физически играет роль бесконечно большой скорости

А. Эйнштейн

История размышлений над этим вопросом началась много десятилетий назад, когда в журнале «Техника молодежи» автор прочел рассказ Э. Гамильтона «Сокровище громовой луны»¹³. Фабула рассказа зиждется на поиске левиума — вещества с обращенным притяжением, найденного на спутнике Урана Обероне.

Как вещество с обращенным притяжением, левиум отталкивался от любой материи и, что вполне естественно, пытался покинуть Солнечную систему. И возникает вопрос, только ли ее? На время отвлечемся от левиума и обратимся к комментарию А. Эйнштейна относительно мира Г. Минковского:

«Оно [открытие Г. Минковского] состоит, скорее, в осознании того, что четырехмерный пространственно-временной континуум теории относительности по своим основным формальным свойствам глубоко родствен трехмерному континууму евклидовой геометрии. Для полного выявления этого родства необходимо вместо обычной временной координаты t ввести пропорциональную ей мнимую величину $\sqrt{-1}ct$. Но тогда законы природы, удовлетворяющие требованиям (специальной) теории относительности, принимают такую математическую форму, в которой временная координата играет точно такую же роль, как и три пространственные координаты. Формально эти четыре координаты совершенно точно соответствуют трем пространственным координатам евклидовой геомет-

¹³ Цитирую по памяти.

рии. Даже нематематику должно быть ясно, что благодаря этому чисто формальному положению теория относительности чрезвычайно выиграла в наглядности и стройности» [1].

Не отрицая эстетической красоты мира Г. Минковского, следует отметить, что даже формальное равенство координат его континуума может скорее принести вред, чем пользу.

По выражению А. Эйнштейна, «этот четырехмерный „мир“ имеет глубокое сходство с трехмерным „пространством“ (евклидовой) аналитической геометрии» [2]. Это одновременно так и не так. В евклидовом пространстве все координаты равноправны. Мир Минковского или наш мир отличен от сухой геометрии.

Запишем выражение:

$$x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 + x_4^2 = 0. \quad (2.1)$$

Первые три координаты x_1 , x_2 и x_3 равны между собой. Отказ от одной из координат переводит трехмерное пространство в двумерное. Но наш мир не может существовать без четвертой координаты. Ее присутствие необходимо в любом пространстве. Наш мир не может существовать вне времени. Привилегированность четвертой координаты позволяет сформулировать и такой вопрос; может ли совмещаться с континуумом Минковского иной мир, в котором отсутствует четвертая координата? При здравом размышлении мы должны ответить на этот вопрос отрицательно. Это, казалось бы, очевидно для нас. Ничто не может существовать вне времени.

Легко высказать гипотезу, что при несовместимости двух миров один из них будет выталкивать или удалять из себя другой с максимально возможной скоростью.

Рассмотрим квант излучения. После перехода материи в излучение характеристики кванта существенно меняются. В нем не протекают временные процессы. И он несовместим с нашим миром, т. е. должен быть удален из него. На этом, собственно, и заканчивается аргументация первой гипотезы: квант «выдавливается» или отторгается пространством из-за своей безвременности.

Можно привести и другую, менее красивую, аргументацию (гипотезу). Квант не обладает массой, по крайней мере тяжелой. Отсутствие массы собственно означает и отсутствие гравитации. И, в принципе, мы можем отождествить нулевую гравитацию с антигравитацией. Квант становится неким подобием левинума или вещества с обращенной гравитацией. Иными словами, любое излучение инородно по отношению к нашему пространству, и оно исторгается из него. В этом случае предельно возможная скорость света вполне объяснима. Кстати, не бывает частично предельная

скорость света. И гипотеза «отторжения», по крайней мере косвенно, свидетельствует о ее постоянстве.

Во втором суждении, в отличие от первого, есть несколько подводных камней, которых нам, возможно, не удастся избежать, но, по крайней мере, мы в состоянии их анализировать.

Начнем с фразы А. Эйнштейна: *«Замкнутое в полости излучение обладает не только инерцией, но и весом»* [3]. А что произойдет, если рассматривать излучение вне полости? Обладает (ли) излучение в пространстве весом или не обладает? Ответ на этот, казалось бы, простой вопрос А. Эйнштейн искал в течение многих лет, но так и не нашел однозначного ответа на него.

Если мы доверяем экспериментам по искривлению светового луча в гравитационном поле, то должны признать, что излучение обладает массой. Но специальная теория относительности утверждает обратное. Оставим на время этот спорный вопрос. И переходим ко второй компоненте движения кванта — его вращению. Сопротивление среды придает кванту света конечную предельную и постоянную скорость.

Пусть энергия кванта, перемещающегося в пространстве, равна E . На него действует сила сопротивления среды F_1 . Но в пределах одного витка спирали $E = \text{const}$ или $E = F \cdot S$. Так как F уменьшается на величину $F - F_1 = \Delta F$, то, соответственно, S должно увеличиваться, чтобы сохранить баланс энергии кванта. Увеличение пути или спираль есть нормальная и единственно возможная реакция кванта на преодоление сопротивления. И так же очевидно, что замена прямолинейного движения на трение качения есть самый действенный способ преодоления сопротивления среды.

Если среда есть матрица, в эйнштейновском понимании, то движение кванта в гравитационном поле порождает инерционную массу кванта, возникающую за счет вращения. Чем больше энергия кванта, тем интенсивнее его собственное вращение и, соответственно, его инерционная масса. Гравитон из-за малой массы практически не вращается и, следовательно, не обладает инерционной массой.

Но кванты света, а точнее кванты в широкой области электромагнитного спектра, обладают инерционной массой и совместимы с миром Минковского. Таким образом, они отвергаются нашим временем не по причине отсутствия массы, а из-за безвременности.

Перемещение излучения в сопротивляющейся среде приводит к вращению. И здесь возможно рассмотреть вопрос первичности курицы или яйца. Что первично, центробежная сила или тяготение? Вращение порождает центробежную силу и тяготение. С другой стороны, вращение любой материальной среды, жестко не связанной с центром или осью вращения, возможно только при наличии тяготения.

Мы пришли к парадоксу. В цепи наших рассуждений как будто очевидно, что квант излучения обладает массой, и в то же время он не подвержен действию гравитации.

Объяснять этот парадокс можно, например, с позиций СТО. В то же время электрон, перемещающийся с досветовой скоростью, преодолевает пространство по тем же законам, что и квант. Единственное отличие состоит в том, что всегда можно обнаружить импульс, приведший к движению электрона. Квант же перемещается в пространстве без какого-либо заметного импульса, как бы сам по себе. И мы пока ограничились рассмотрением двух гипотез. Квант отторгается из-за своей безвременности или безмассовости. В четырехмерном мире Минковского у кванта нет либо первых трех координат, либо четвертой — временной.

§ 2.2. Перемещение фотона в физическом вакууме

Автор не скрывает своей приверженности идее существования в вакууме материальной среды, оказывающей сопротивление движению. В различной терминологии она может быть названа эфиром, электромагнитным полем или физическим вакуумом, или как-то еще — суть дела от этого не меняется. Главное — что среда материальна и обладает сопротивлением при движении в ней материального сгустка энергии, именуемого квантом¹⁴.

Специальная теория относительности вполне может обойтись без этой среды. В общей теории относительности она косвенно озвучена как электромагнитное поле и прямо как носитель метрики пространства. Мы должны настаивать на том, что метрика, в понимании А. Эйнштейна, обладает материальным носителем. В противном случае мы приходим к забытой идее дальнодействия.

Более подробно к рассмотрению этих идей мы вернемся позднее.

В настоящем параграфе мы обращаемся к обсуждению двух доминантных тезисов:

- физический вакуум (или пространство) на самом деле является вакуумом;
- пространство в основном изотропно заполнено материальной средой, способной оказывать сопротивление движению сгустка энергии (кванта) со световой или околосветовой скоростью.

¹⁴ Поскольку эта среда не связана с системой отсчета, данная позиция не противоречит СТО.

Сущность этих отличий оказывает решающее влияние на наше понимание характера распространения света. В любом случае свет движется по геодезической. В локальном объеме он распространяется по прямой (это евклидово пространство). При переходе к более крупным объемам, в которых существует гравитационный потенциал, метрика пространства искажается, и оно становится римановым. И в том и другом случае свет выбирает кратчайшее расстояние между двумя точками.

Отсутствие среды делает аномальным колебательное движение кванта. Любое отклонение от геодезической требует дополнительной энергии или снижения энтропии системы, что в рамках наших знаний не поддается логическому объяснению.

Плюская (или не обязательно плоская) материальная волна, принятая в качестве основы излучения и якобы полностью объясняющая результаты экспериментов, алогична, по крайней мере, на основании высказанных соображений.

Концепция сопротивляющейся среды сразу же снимает по крайней мере часть вопросов, ибо в этом случае квант просто не в состоянии двигаться по прямой в евклидовом пространстве. Точнее, он выбирает путь наименьшего сопротивления в своем псевдоримановом пространстве.

На взгляд автора, подъем пузырьков воздуха в воде является наиболее полной и убедительной аналогией перемещения излучения в пространстве. Наиболее значимым фактором является то, что подъем пузырька воздуха осуществляется по спирали или винтовой линии. Другой важной информацией является то, что в процессе подъема пузырьки соблюдают дистанцию между собой и за счет сил отталкивания или поверхностного натяжения не коалесцируют, т. е. не образуют один большой пузырь. В-третьих, значимо то, что в отсутствии специальных приемов (например, генерирования пузырьков воздуха электрохимическим путем) из источника генерируются пузырьки разных размеров. Аналогом является белый свет, как результирующая излучения с различной длиной волны.

Когда-то М. А. Лаврентьев высказал мысль, что существует математический аппарат, описывающий подобное движение. Автор настоящей книги не знаком с ним, да он и не принципиален на данном этапе. Суть вопроса совсем в другом.

Движение кванта по спирали оправдано, поскольку оно минимизирует сопротивление, а потому является объективным свойством природы. Впервые эта идея озвучена автором [4]. Обладая подъемной силой за счет разницы плотностей, пузырек воздуха принимает форму, отдаленно напоминающую сфероид (или в разрезе несколько напоминает профиль крыла самолета). Сфероид движется, будучи слегка наклоненным к плоскости горизонта. И не просто движется. А постоянно меняет свой профиль. Он

катится по лево- или правосторонней спирали¹⁵, минимизируя оказываемое на него воздействие (принуждение).

Возникает локальная кривизна, которую при желании можно назвать римановой, хотя, на взгляд автора, перемещение кванта характеризуется собственной, специфической кривизной. Тем более (как это будет показано далее), что параметры винтовой линии постоянно меняются.

Другая аналогия возникает при анализе движения гайки сквозь толщу песка. Она начинает проникать сквозь сыпучую среду, двигаясь в горизонтальной плоскости (вибрация, встряхивание) по круговой линии. Гайка скользит относительно песка и уже не встречает такого же сопротивления по вертикали.

«Решение, полученное Жуковским, показывает, что при $k < \omega^2 R/g$ тело будет двигаться относительно плоскости Оху по окружности, радиус r которой связан с радиусом R соотношением:

$$r = R \sqrt{1 - (kg/\omega^2 R)^2}. \quad (2.1)$$

Если трение между телом и плоскостью полностью отсутствует, т. е. $k = 0$, эта формула дает $r = R$. В правильности этого результата легко убедиться и непосредственно — поскольку при отсутствии трения движение плоскости Оху не будет оказывать на тело никакого влияния, то оно останется неподвижным относительно неподвижной плоскости $O'x'y'$. Это означает, что относительно движущейся плоскости оно будет двигаться по окружности радиуса R , что и получается из формулы Жуковского. Из этой формулы следует также, что при $k = \omega^2 R/g$ подкоренное выражение обращается в нуль» [5].

На взгляд автора, эти две аналогии достаточны для обоснования того, что фотон будет стремиться перемещаться в гравитационном поле по спирали. Впоследствии мы будем развивать эти взгляды.

§ 2.3. Два вида вращения фотона

Мы можем рассмотреть крайний и самый сложный случай перемещения фотона, когда он движется по кривой с непрерывно меняющейся кривизной, что и происходит на самом деле вследствие излучения гравитонов [6]. Но и в этом случае бесконечно малую часть этой кривой можно

¹⁵ Левосторонняя или правосторонняя спираль наиболее вероятно характеризует квант и антиквант.

принять в декартовых координатах, а «расстояние между двумя точками, измеренное измерительным стержнем, дается формулой» [7]:

$$ds^2 = dx_1^2 + dx_2^2. \quad (2.2)$$

Заметим, что А. Эйнштейн предлагал это в общем-то известное уравнение для метрики или макрообъема пространства, но это вовсе не означает, что подобным образом мы не можем рассмотреть движение фотона по спирали.

В сущности, квант совершает два вида движений по геодезической. Одно в результате собственного вращения. Другое — следствие влияния метрики, обусловленной гравитационным возмущением.

Рассмотрим в деталях собственное вращение.

Расстояние между двумя точками, пройденными квантом в результате одного витка, можно записать:

$$d\lambda^2 = d(2\pi A)^2 + dh^2. \quad (2.3)$$

В случае одного витка фотона такое построение может быть оправдано. Здесь:

$d\lambda$ — реальный путь фотона или длина винтовой линии;

$d(2\pi A)$ — проекция пути фотона на ось направления, поперечную перемещению, A — амплитуда;

dh — проекция пути фотона на плоскость, продольную оси перемещения.

Заметим, что $\lambda = \sqrt{4\pi A^2 + h^2}$.

Длина одного витка винтовой линии равна гипотенузе треугольника, один катет которого равен шагу винтовой линии h^2 , другой — окружности основания $4\pi A^2$.

Здесь h является эфемеридой и расходится с нашим пониманием, сделанным скорее интуитивно.

Шаг винтовой линии (h) должен соответствовать сечению винтовой линии или расстоянию между двумя витками спирали. Тогда

$$ds^2 = d(2\pi A)^2 + d\lambda^2. \quad (2.4)$$

Это равенство будет основным в наших дальнейших рассуждениях.

Сделаем несколько допущений, которые не влияют на общий ход наших рассуждений, однако облегчают понимание проблемы:

- квант в течение одного витка излучает гравитон;
- в результате излучения его масса и плотность уменьшаются, а следовательно, шаг винтовой линии (или путь, проходимый им) становится меньше;

— непрерывно уменьшающаяся длина отрезков геодезической приводит к тому, что фотон движется по поверхности с меняющейся кривизной.

Нам остается понять, как и почему это происходит. Две аналогии, которые мы приводили ранее, рассматривая перемещение пузырька воздуха в воде и гайки в песке, позволяют понять проблему. Ступок энергии, именуемый квантом, имеет массу на много порядков больше гравитационного поля, следовательно, он «тонет» в поле, независимо от того, повлиял на него первоначальный импульс или нет. Иными словами, на квант действуют две силы, которые стремятся удалить его из поля — поле, которое является скалярной функцией, и начальный импульс, который сообщает кванту импульс в определенном направлении.

Таким образом, он приобретает скорость света, в которой первоначальный импульс $h\nu/c$ носит управляющий характер и только определяет направление движения (сам вектор), а результирующий вектор, определяющий движение фотона,

$$\vec{E} = \frac{h\nu}{c} \cdot \vec{c}. \quad (2.5)$$

где $\vec{c}$ — скаляр, определяющий свойство гравитационного поля (или среды) одновременно выталкивать и тормозить фотон.

Испытывая на себе постоянную силу, квант начинает отыскивать возможности преодоления сопротивления поля, заменяя прямолинейное движение, при котором он встречает максимальное сопротивление, на движение по спирали вдоль оси перемещения. Тем самым трение сопротивления заменяется на трение скольжения. Однако трение скольжения можно еще больше уменьшить, если заменить его на трение качения. Теперь у нас есть все возможности для обсуждения особенностей поведения кванта.

Можно принять различные модели перемещения кванта в пространстве. Он, согласно классическому принципу, совершает колебательные движения (волна), либо вращается, как полагает автор настоящей работы. И в том и другом случае он движется с ускорением. Рассмотрим особенности движения фотона по спирали. Мотивация движения фотона складывается под действием многих сил. Вкратце мы рассмотрим их в последовательности.

Наша первая аналогия с жидкостью состоит в том, что на фотон действует выталкивающая сила $F_{\text{выт}}$, стремящаяся по той или иной причине вытолкнуть его из межзвездной среды (эфира или гравитационного поля). Закон Архимеда, который, на первый взгляд, можно использовать в расчетах, неприменим к телам, ускорение которых относительно среды различно

от нуля. Приемлемые уравнения, описывающие движение сферического тела в жидкости, были получены Леонардом Эйлером в середине XVIII в. Полный вывод уравнений приведен С. Н. Манидой [8]. И мы даем лишь конечную формулу, адаптированную для нашего случая.

$$\alpha = \frac{P_n - P_k}{P_n + 2P_k} g', \quad (2.6)$$

где α — ускорение кванта;

g' — ускорение свободного падения (в любом поле тяжести);

P_n — плотность поля;

P_k — плотность кванта.

Из уравнения (2.6) следует, что квант «всплывает» с конечным ускорением $2g'$. Однако, если $P_k \gg P_n$, то квант «выталкивается» из поля с конечным ускорением g' .

Вопрос о том, что является причиной ускорения, будет рассмотрен отдельно.

Сам факт существования любой среды, сопротивляющейся движению кванта, приводит к тому, что квант обязан сплющиваться в продольном направлении, превращаясь из сфероида в эллипсоид (точнее, в фигуру, пространственно напоминающую эллипсоид). Соотношение осей здесь не принципиально, и мы вправе рассматривать эллипсоид как диск или обруч.

Вращательное движение твердого тела на примере плоского движения обруча рассмотрено С. Н. Манидой [9]. Для диска (сфероида), катящегося по некоторой поверхности без проскальзывания, и получено уравнение, свидетельствующее о равенстве вращательного и поступательного движения:

$$E_v = E_n = \frac{1}{2} E_{\text{кин}}. \quad (2.7)$$

Следовательно, вращение является по существу единственным способом минимизации сопротивления движению. Квант совершает вращение в поперечной плоскости. Вероятно, вращением достигается и другая «мотивация». Квант в пространстве устойчив. Под действием центробежной силы плотность сгустка энергии меняется, и он может приобретать вид капли. Квант является сфероидом специфической формы и непрерывно вращающимся. Он вращается внутри цилиндра, двигаясь по спирали (рис. 2.1).

С точки зрения механики, конфигурация второй кривой предпочтительна. Капля (или тороид) вращается вокруг оси радиуса r_c , стремясь уменьшить сопротивление среды.

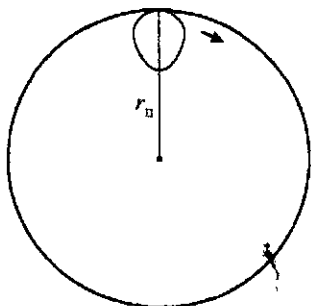


Рис. 2.1. Возможные конфигурации фотона, перемещающегося по радиусу

Другое вращение, вызванное постоянным изменением угла атаки, наблюдается в плоскости, перпендикулярной оси перемещения фотона.

Таким образом, фотон совершает два вращения:

- вокруг оси радиуса $r_п$;
- по оси окружности, образованной винтовой линией.

В результате фотон совершает очень сложное перемещение, аналогом которого является движение пузырька воздуха в жидкости. Сгусток энергии этим комбинированным вращением минимизирует сопротивление среды.

Скорость фотона всегда остается постоянной и равна c . Неопределенность в обязательном существовании материальной среды в качестве передатчика излучения или тяготения благополучно дожидается до наших дней. Отчасти закреплением этого состояния мы обязаны Эйнштейну, который, утвердив и разделив понятия «пространство» и «вещество», наделил первое метрикой, определяющей геодезические линии, по которым движутся материальные тела.

Сложное понятие метрики или ее действия адекватно принципу «руления», причем это «руление» осуществляется в отсутствии материального носителя.

Подобная теория была, безусловно, продуктивна с точки зрения развития и углубления теоретической мысли, однако она вела в тупик, поскольку существование гипотетического могущественного пространства, наделенного функциями Бога и действующего в отсутствии материального носителя, противоречило эксперименту.

Вернувшись к истокам до построения общей теории относительности, сформулируем два постулата:

- всякое взаимодействие или перемещение энергии в пространстве происходит за счет материальных носителей;
- носителями энергии являются материальные частицы (гравитоны, фотоны, электроны и т. п.);
- материальные частицы, объединенные в цуг (электромагнитное, световое или гравитационное излучение), вступают во взаимодействие между собой, образуя электромагнитное световое или гравитационное поле, в котором все частицы связаны между собой силами притяжения и отталкивания.

В пути, за исключением его краев, соблюдается баланс сил притяжения и отталкивания, в силу этого излучение отдаленно напоминает поведение струи жидкости, вырвавшейся под давлением из отверстия.

§ 2.4. Уравнения винтовой линии

Всякое перемещение свободного твердого тела может быть осуществлено одним винтовым движением около некоторой винтовой оси.

Теорема Шаля

Пусть точка M (рис. 2.2) равномерно движется по образующей QR круглого цилиндра, а сама образующая равномерно вращается по поверхности цилиндра. Тогда точка M описывает кривую AMC , называемую винтовой линией. Радиусом винтовой линии называют радиус a цилиндра, на который нанесена винтовая линия.

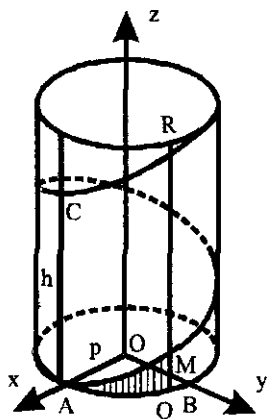


Рис. 2.2. Винтовая линия

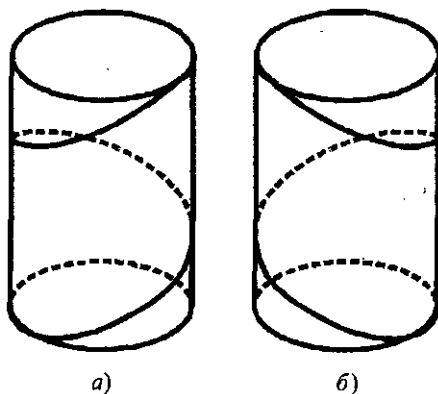


Рис. 2.3. Схемы правой и левой винтовых линий

Если наблюдать движение точки M со стороны основания, к которому она движется, то вращение образующей будет либо положительным (против стрелки часов), либо отрицательным (по стрелке)¹⁶. В пер-

¹⁶ Если точка M будет двигаться по винтовой линии в обратном направлении, то и наблюдать ее мы будем со стороны другого основания, но и образующая будет вращаться в обратную сторону. Стало быть, положительное вращение остается положительным, а отрицательное — отрицательным.

вом случае винтовая линия называется правой (рис. 2.3а), во втором — левой (рис. 2.3б).

Прямолинейный путь $AC = h$ (рис. 2.2), проходимый точкой М по образующей за время полного оборота последней, называется шагом винтовой линии. Шаг правой винтовой линии считается положительным, левой — отрицательным¹⁷.

Правую и левую винтовые линии (одного и того же радиуса и с одним и тем же абсолютным значением шага) совместить нельзя. Они зеркально симметричны.

Замечание. Если развернуть цилиндрическую поверхность на плоскость, то окружность AQB (рис. 2.1) превратится в прямую линию, перпендикулярную к образующим. Так как отрезок QM пропорционален дуге AQ:

$$QM : AQ = h : 2\pi A,$$

то винтовая линия превратится в прямую, угол γ ее наклона к образующим определяется по формуле:

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{AQ}{QM} = \frac{a}{b} = \frac{2\pi A}{h}, \quad \text{где } b = \frac{h}{2\pi} \quad (2.8)$$

Для движения фотона:

$$b = \frac{\lambda}{2\pi},$$

где λ — классическая длина, характеризующая проекцию длины волны на продольную ось.

Понятно, что в этом случае шаг винтовой линии h характеризует только часть пути, проходимого квантом;

$$a = 2\pi A,$$

где A — амплитуда (радиус цилиндра, по которому перемещается квант), или его перемещение по кругу перпендикулярно оси движения.



Рис. 2.4. Развертка цилиндрической поверхности

¹⁷ Существует теория, что лево- и правостороннее вращение характеризует квант и антиквант, например, гравитон и антигравитон.

Параметрические уравнения винтовой линии

Ось цилиндра примем за ось Oz (рис. 2.2), ось Ox направим в произвольно выбранную точку A винтовой линии. За параметр t примем угол поворота плоскости осевого сечения $OQMR$ из начального положения OAC . Тогда:

$$x = OP = a \cos t, \quad y = PQ = a \sin t, \quad z = QM = bt.$$

Два уравнения $y = a \sin t$, $z = bt$ представляют проекцию винтовой линии на плоскость yOz . Эта проекция есть синусоида. Проекция на плоскость xOz тоже синусоида, на плоскость xOy — окружность.

Длина дуги AB пространственной линии выражается интегралом.

$$S = \int_{(A)}^{(B)} \sqrt{\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dy}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dz}{dt}\right)^2} dt \quad (2.9)$$

или

$$S = \int_{(A)}^{(B)} \sqrt{dx^2 + dy^2 + dz^2} . \quad (2.10)$$

Дифференциал дуги равен

$$ds = \sqrt{dx^2 + dy^2 + dz^2} = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2} dt .$$

Находим длину S_1 одного витка винтовой линии.

Формулы (2.9) и (2.10) дают:

$$\begin{aligned} \lambda(S_1) &= \int_0^{2\pi} \sqrt{[d(a \cos t)]^2 + [d(a \sin t)]^2 + [d(bt)]^2} = \\ &= \int_0^{2\pi} \sqrt{a^2 \sin^2 t + a^2 \cos^2 t + b^2} dt = 2\pi \sqrt{a^2 + b^2} = \sqrt{4\pi^2 A^2 + \frac{h^2}{4n^2}}, \end{aligned} \quad (2.11)$$

т. е. длина одного витка винтовой линии равна гипотенузе треугольника, один катет которого ($2\pi A$) равен окружности основания, а другой (λ) шагу винтовой линии.

Мы получили основную формулу, характеризующую перемещение кванта в элементарном объеме пространства. Если начальная точка дуги неподвижна, а конечная меняется, то длина дуги есть функция параметра t , и значит сама может быть принята за параметр.

Уравнение винтовой линии можно записать и в другом виде, приняв за параметр длину дуги, отсчитываемую от начальной точки $t = 0$.

Находим:

$$\lambda(s) = \int_0^s \sqrt{a^2 \sin^2 t + a^2 \cos^2 t + b^2} dt = \sqrt{a^2 + b^2} s. \quad (2.12)$$

Выражая t через s и подставляя, получаем:

$$x = a \cos \frac{s}{\sqrt{a^2 + b^2}}, \quad y = a \sin \frac{s}{\sqrt{a^2 + b^2}}, \quad z = \frac{b}{\sqrt{a^2 + b^2}} s. \quad (2.13)$$

Касательная к линии (L) в точке $M(x; y; z)$ есть прямая MT, к которой стремится секущая MM' , когда точка M' стремится к M .

Если линия (L) задана параметрическими уравнениями

$$x = f(t), \quad y = \varphi(t), \quad z = \psi(t), \quad (2.14)$$

то винтовая линия

$$x = a \cos t, \quad y = a \sin t, \quad z = bt. \quad (2.15)$$

Вектор

$$\mathbf{r}' = \{-a \sin t, a \cos t, b\} = \{-y, x, b\}$$

есть направляющий вектор касательной.

Находим единичный вектор касательной:

$$\mathbf{t} = \left\{ -\frac{a}{\sqrt{a^2 + b^2}} \sin \frac{s}{\sqrt{a^2 + b^2}}, \frac{a}{\sqrt{a^2 + b^2}} \cos \frac{s}{\sqrt{a^2 + b^2}}, \frac{b}{\sqrt{a^2 + b^2}} \right\}, \quad (2.16)$$

так что

$$\cos \alpha = -\frac{a}{\sqrt{a^2 + b^2}} \sin \frac{s}{\sqrt{a^2 + b^2}} = -\frac{a}{\sqrt{a^2 + b^2}} \sin t, \quad (2.17)$$

$$\cos \beta = \frac{a}{\sqrt{a^2 + b^2}} \cos t, \quad \cos \gamma = \frac{b}{\sqrt{a^2 + b^2}}. \quad (2.18)$$

Последняя формула дает: $\operatorname{tg} \gamma = \frac{a}{b}$.

Уравнения касательной имеют вид:

$$\frac{x - a \cos t}{-a \sin t} = \frac{y - a \sin t}{a \cos t} = \frac{z - bt}{b} \quad (2.19)$$

или

$$\frac{X-x}{-y} = \frac{Y-y}{x} = \frac{Z-z}{b}. \quad (2.20)$$

В параметрическом виде¹⁸:

$$X = x - ya, \quad Y = y + xa, \quad Z = z + bu. \quad (2.21)$$

В начальной точке ($t = 0, x = a, y = 0, z = 0$) касательная представляется уравнениями $X = a, y = au, Z = bu$.

Находим соприкасающуюся плоскость винтовой линии

$$\mathbf{r} = \{a \cos u, a \sin u, bu\}.$$

Тогда:

$$\begin{aligned} \mathbf{r}'(u) &= \{-a \sin u, a \cos u, b\}, \\ \mathbf{r}''(u) &= \{-a \cos u, -a \sin u, 0\}, \\ \mathbf{r}'(u) \times \mathbf{r}''(u) &= \{ab \sin u, -ab \cos u, a^2\} = \\ &= a \{b \sin u, -b \cos u, a\}. \end{aligned} \quad (2.22)$$

Уравнение соприкасающейся плоскости есть

$$(X - a \cos u) b \sin u - (Y - a \sin u) b \cos u + (Z - bu) a = 0 \quad (2.23)$$

или

$$b \sin u X - b \cos u Y + a Z = abu. \quad (2.24)$$

Угол φ , образуемый соприкасающейся плоскостью с осью винтовой линии, находится из формулы

$$\sin \varphi = \frac{a}{\sqrt{b^2 \sin^2 u + b^2 \cos^2 u + a^2}} = \frac{a}{\sqrt{a^2 + b^2}}. \quad (2.25)$$

Отсюда $\operatorname{tg} \varphi = \frac{a}{b}$, т. е. соприкасающаяся плоскость образует с осью винтовой линии тот же постоянный угол, что и касательная.

Находим кручение винтовой линии

$$x = a \cos u, y = a \sin u, z = bu. \quad (2.26)$$

¹⁸ Здесь и далее $\kappa = \frac{s}{\sqrt{a^2 + b^2}} = \frac{\lambda}{\sqrt{4\pi^2 A^2 + \frac{h^2}{4\pi^2}}}$.

Имеем:

$$\mathbf{r}' \mathbf{r}'' \mathbf{r}''' = \begin{vmatrix} -a \sin u & a \cos u & b \\ -a \cos u & -a \sin u & 0 \\ a \sin u & -a \cos u & 0 \end{vmatrix}, \quad (2.27)$$

$$(\mathbf{r}' \times \mathbf{r}'')^2 = a^2(a^2 + b^2).$$

Тогда

$$\sigma = \frac{b}{a^2 + b^2}. \quad (2.28)$$

Отсюда видно, что кручение правой винтовой линии ($b > 0$) положительно, левой — отрицательно.

Отсюда радиус кручения

$$\tau = \frac{1}{\sigma} = \frac{a^2 + b^2}{b}. \quad (2.29)$$

Радиус-вектор $\mathbf{r}$ винтовой линии выражается через параметр t следующим образом:

$$\mathbf{r} = \{a \cos t, \quad a \sin t, \quad bt\}, \quad (2.30)$$

$$\mathbf{r}' = \{-a \sin t, \quad a \cos t, \quad b\}. \quad (2.31)$$

Вектор $\mathbf{r}'$ направлен по касательной к винтовой линии, его длина

$$\sqrt{a^2 + b^2} \text{ равна } \frac{ds}{dt}. \quad (2.32)$$

Если за аргумент радиуса-вектора $\mathbf{r}$ винтовой линии принять дугу s , то:

$$\mathbf{r} = \left\{ a \cos \frac{s}{\sqrt{a^2 + b^2}}, \quad a \sin \frac{s}{\sqrt{a^2 + b^2}}, \quad \frac{b}{\sqrt{a^2 + b^2}} s \right\}, \quad (2.33)$$

$$\mathbf{r}' = \left\{ \frac{-a}{\sqrt{a^2 + b^2}} \sin \frac{s}{\sqrt{a^2 + b^2}}, \quad \frac{a}{\sqrt{a^2 + b^2}} \cos \frac{s}{\sqrt{a^2 + b^2}}, \quad \frac{b}{\sqrt{a^2 + b^2}} \right\}. \quad (2.34)$$

Модуль вектора $\mathbf{r}'$ равен

$$\frac{a^2}{a^2 + b^2} \sin^2 \frac{s}{\sqrt{a^2 + b^2}} + \frac{a^2}{a^2 + b^2} \cos^2 \frac{s}{\sqrt{a^2 + b^2}} + \frac{b^2}{a^2 + b^2} = 1. \quad (2.35)$$

Механическое истолкование производных.

Пусть $\mathbf{r}(t)$ есть вектор-функция, выражающая радиус-вектор движущейся точки через время t . Тогда $\mathbf{r}'(t)$ есть вектор скорости точки M , а $\mathbf{r}''(t)$ — вектор ее ускорения.

Уравнение соприкасающейся плоскости «вектор скорости» $\mathbf{r}'(u)$ и «вектор ускорения» $\mathbf{r}''(u)$ оба лежат в соприкасающейся плоскости. Если они не коллинеарны, то векторное произведение

$$\mathbf{B} = \mathbf{r}' \times \mathbf{r}'' \quad (2.36)$$

есть нормальный вектор соприкасающейся плоскости, и уравнение последней есть

$$(\mathbf{R} - \mathbf{r}) \mathbf{r}' \mathbf{r}'' = 0 \quad (2.37)$$

или в координатной форме

$$\begin{vmatrix} X-x & Y-y & Z-z \\ x' & y' & z' \\ x'' & y'' & z'' \end{vmatrix} = 0. \quad (2.38)$$

Находим соприкасающуюся плоскость винтовой линии

$$\mathbf{r} = \{a \cos u, \quad a \sin u, \quad bu\}.$$

Находим:

$$\mathbf{r}'(u) = \{-a \sin u, \quad a \cos u, \quad b\},$$

$$\mathbf{r}''(u) = \{-a \cos u, \quad -a \sin u, \quad 0\},$$

$$\mathbf{r}'(u) \times \mathbf{r}''(u) = \{ab \sin u, \quad -ab \cos u, \quad a^2\} = a \{b \sin u, \quad -b \cos u, \quad a\}.$$

Кривизна K выражается формулой

$$K = \frac{\sqrt{(\mathbf{r}' \times \mathbf{r}'')^2}}{\sqrt{(\mathbf{r}'^2)^3}}. \quad (2.39)$$

В координатной форме

$$K = \frac{\sqrt{(y'z'' - z'y'')^2 + (z'x'' - x'z'')^2 + (x'y'' - y'x'')^2}}{\sqrt{(x'^2 - y'^2 + z'^2)^3}}. \quad (2.40)$$

Если за параметр принята дуга, формулы (2.34) и (2.35) упрощаются:

$$K = \sqrt{\left(\frac{d^2 \mathbf{r}}{ds^2}\right)} = \left|\frac{d^2 \mathbf{r}}{ds^2}\right|, \quad (2.41)$$

$$K = \sqrt{\left(\frac{d^2 x}{ds^2}\right)^2 + \left(\frac{d^2 y}{ds^2}\right)^2 + \left(\frac{d^2 z}{ds^2}\right)^2}. \quad (2.42)$$

В соответствии с формулой (2.41) вектор $\frac{d^2 \mathbf{r}}{ds^2}$ называется вектором кривизны. Этот вектор равно направлен с вектором $\overrightarrow{MC}$, ведущим от точки M линии L к центру кривизны C .

Радиус кривизны ρ находится по формуле

$$\rho = \frac{1}{K}. \quad (2.43)$$

Радиус-вектор $\mathbf{r}_c$ центра кривизны равен

$$\mathbf{r}_c = \mathbf{r} + \mathbf{n} \rho. \quad (2.44)$$

Находим кривизну, радиус и центр кривизны винтовой линии L :

$$\mathbf{r} = \{a \cos t, \quad a \sin t, \quad bt\}. \quad (2.45)$$

Приняв за параметр длину дуги, имеем:

$$\mathbf{r} = \left\{ a \cos \frac{s}{\sqrt{a^2 + b^2}}, \quad a \sin \frac{s}{\sqrt{a^2 + b^2}}, \quad \frac{bs}{\sqrt{a^2 + b^2}} \right\}.$$

Дифференцируя дважды, находим:

$$\mathbf{r}'' = \left\{ \frac{a}{a^2 + b^2} \cos \frac{s}{\sqrt{a^2 + b^2}}; \quad -\frac{a}{a^2 + b^2} \sin \frac{s}{\sqrt{a^2 + b^2}}; \quad 0 \right\}.$$

Формулы дают:

$$K = \frac{a}{a^2 + b^2}, \quad \rho = \frac{a^2 + b^2}{a} = a + \frac{b^2}{a}. \quad (2.46)$$

Кручение пространственной линии характеризует степень отклонения линии от плоской формы (подобно тому, как кривизна характеризует степень отклонения от прямолинейной формы).

Кручением линии L в точке M называется величина, определяемая следующим образом: по абсолютному значению она равна пределу, к которому

стремится отношение угла ω , составленного бинормальными B и $M'B'$, к дуге MM' , когда точка M' , оставаясь на линии L , стремится к M . Знак кручения считается положительным, когда пара бинормалей MB , $M'B'$ — правая, и отрицательным, когда эта пара — левая, кручение обозначается σ :

$$\sigma = \lim \frac{\omega}{MM'}.$$

Бинормаль плоской линии сохраняет постоянное направление, так что кручение плоской линии всюду равно нулю. Если кручение линии всюду равно нулю, то линия плоская. У неплоской линии кручение может равняться нулю лишь в отдельных точках (точки сплюснения).

Величина $\tau = \frac{1}{\sigma}$, обратная кручению, называется радиусом кручения

по аналогии с радиусом кривизны $\rho = \frac{1}{K}$. Но эта аналогия — неполная: процесс, аналогичный построению центра кривизны, не дает никакого «центра кручения».

Кручение выражается формулой

$$\sigma = \frac{\mathbf{r}'\mathbf{r}''\mathbf{r}'''}{(\mathbf{r}' \times \mathbf{r}'')^2}. \quad (2.47)$$

Находим кручение винтовой линии

$$x = a \cos u, \quad y = a \sin u, \quad z = bu.$$

Имеем:

$$\mathbf{r}'\mathbf{r}''\mathbf{r}''' = \begin{vmatrix} -a \sin u & a \cos u & b \\ -a \cos u & a \sin u & 0 \\ a \sin u & -a \cos u & 0 \end{vmatrix} = a^2 b, \quad (2.48)$$

$$(\mathbf{r}' \times \mathbf{r}'')^2 = a^2 (a^2 + b^2). \quad (2.49)$$

Отсюда видно, что кручение правой винтовой линии ($b > 0$) положительно, левой — отрицательно.

Ускоренное движение точки по правой спирали выражается формулой:

$$\mathbf{r}'' = \frac{2\pi A}{4\pi^2 A^2 + \frac{h}{4\pi^2}} \cdot \cos \frac{\lambda}{\sqrt{4\pi^2 A^2 + \frac{h^2}{4\pi^2}}}, \quad (2.50)$$

$$r'' = -\frac{2\pi A}{4\pi^2 A^2 + \frac{h^2}{4\pi^2}} \cdot \sin \frac{\lambda}{\sqrt{4\pi^2 A^2 + \frac{h^2}{4\pi^2}}} \quad (2.51)$$

Спираль, по которой движется квант, обладает кривизной

$$K = \frac{a}{a^2 + b^2} = \frac{2\pi A}{4\pi^2 A^2 + \frac{h^2}{4\pi^2}} \quad (2.52)$$

и радиусом кривизны

$$\rho = \frac{a^2 + b^2}{a} = \frac{4\pi^2 A^2 + \frac{h^2}{4\pi^2}}{2\pi A}, \quad (2.53)$$

а также кручением

$$\varsigma = \frac{\frac{h}{2\pi}}{4\pi^2 A^2 + \frac{h^2}{4\pi^2}} \quad (2.54)$$

и радиусом кручения:

$$\tau = \frac{4\pi^2 A^2 + \frac{h^2}{4\pi^2}}{\frac{h}{2\pi}} \quad (2.55)$$

Таким образом, квант всегда перемещается с ускорением. Поскольку $A \cdot \lambda = \text{const}$, значения этих двух характеристик кванта достаточно для описания его движения.

Все формулы заимствованы из справочника по высшей математике М. Я. Выгодского [10]. Их полнота способствует полному пониманию свойств винтовой линии, а следовательно, и особенностей поступательно-вращательного движения кванта в пространстве.

Выводы

1. Наиболее важным для нас является осознание того, что длина одного витка винтовой линии вычисляется по формуле, где A — амплитуда колебания кванта, $\lambda = h$ — проекция одного вращения на продольную ось. Это и есть длина волны кванта в общепринятой терминологии, S — реальный путь, проходимый квантом в пространстве (один виток спирали).
2. Скорость света или ее вектор — величина постоянная в условиях вакуума.

§ 2.5. Характеристики квантов

Существуют несколько подходов к пониманию устройства микромира. Первый базируется на конечности пространства и времени, точнее на существовании минимального промежутка действия или минимального времени, а также минимальной длины, — величин, которые можно зафиксировать. Нет нужды говорить о том, что в этом случае должен существовать и минимальный объем пространства.

Эта идея высказана В. Л. Гинзбургом:

«Трудно мысленно перенестись в микромир — мир атомов (характерный размер 10^{-8} см) и элементарных частиц, для которых характерны расстояния, равные всего лишь 10^{-15} см» [11]. «Характерное время в физике атомного ядра и элементарных частиц составляет $\sim 10^{-24}$ с — оно равно радиусу действия ядерных сил (порядка 10^{-13} см), деленному на скорость света» [12].

Перенос подобного подхода к шкале электромагнитных волн, на наш взгляд, малоперспективен. Можно согласиться с тем, что мельчайшие или, наоборот, огромные расстояния трудно воспринимаются воображением. Вместе с тем уход от понятия «предела» существенно расширяет границы нашего познания. Нет смысла повторяться о «заселенности» нашего пространства тем или иным видом излучения или эфиром. О последнем неизвестно ни одной физической характеристики, поэтому целесообразно остановиться на понимании структуры фотона.

В общем виде фотон, рассматриваемый как квант электромагнитной энергии, должен быть аналогом частицы сверхразряженного газа. В другом варианте — это мельчайшее сверхплотное образование. Очевидно, что эти подходы, вне зависимости от точности математических расчетов, несовместимы между собой.

К примеру, В. А. Ацюковский полагает, что средняя плотность фотона $\rho_f \approx 10^{-17}$ кг/м³ [13]. Согласно его теории, фотон имеет твердое ядро (кern), плотность которого априорно принята идентичной плотности протона $\rho_p \approx 4 \cdot 10^{17}$ кг/м³ [14]. При этом автор так же без всяких доказательств утверждает, что в этом случае «проникающая способность света была бы во много раз больше реально существующей» [15].

При адекватной плотности протона и керна фотона проникающую способность света объяснить невозможно. Дело даже не в примитивности схемы, а в общем ощущении того, что высокая проникающая способность части фотонов (γ -кванты и рентгеновское излучение) должна определяться их высокой энергией или плотностью. В принципе возможно и то и другое, однако это маловероятно.

Ранее было показано, что плотность объема, в котором перемещается квант, является константой [16]. И, хотя это звучит несколько странно, по

зрелом размышлении можно представить, что адекватная усредненная плотность позволяет без ухищрений представить возрастание энергетических характеристик кванта. Это достигается просто увеличением объема. То есть, например, низкоэнергетический квант состоит из одного кирпича, и по мере увеличения частоты, количество кирпичей, из которых состоит квант, увеличивается во много раз.

Простота подобной схемы — лучшее свидетельство ее достоверности. Другой довод — в этом случае нам нет необходимости подозревать Творца в излишней изощренности. На наш взгляд, выбор привилегированной плоскости распространения волны требует значительно большей изощренности, чем движение по спирали. И нам остается только обосновать принципы этого движения.

Придя к пониманию того, что квант совершает вращательные движения вокруг оси своего движения, т. е. движется по спирали, приведем сравнение общепринятого понимания терминов и реально отражающего суть явлений (табл. 2.1).

Таблица 2.1

Терминология, характеризующая колебательное
и вращательное движение кванта

Движение	
Колебательное (волна)	Вращательное
ν — частота плоского колебания	ν — частота витков спирали
λ — длина волны	λ — длина волны спирали
A — амплитуда колебания	A — радиус вращения витка спирали
h — постоянная Планка	h — постоянная Планка, характеризующая изменение энергии кванта после завершения витка спирали
V — отсутствует	V — виртуальный объем кванта в пространстве в течение одного витка
ρ_n — отсутствует	ρ_n — постоянная, характеризующая удельную виртуальную плотность кванта в объеме V

В приведенной концепции состояние кванта в течение одного витка спирали является стабильным и характеризуется четырьмя постоянными величинами ν , λ , A и ρ , связанными известными соотношениями:

$$E = h\nu, \quad \lambda = \frac{c}{\nu}, \quad (2.56)$$

$$A\lambda = 1,6408 \cdot 10^{-69} [\text{м}^2], \quad (2.57)$$

$$V = \pi A^2 \cdot \lambda \text{ [м}^3\text{]}, \quad (2.58)$$

$$\rho = 2,36 \cdot 10^{112} \text{ [Дж/м}^3\text{]}. \quad (2.59)$$

Парадоксально и удивительно, что в этой схеме ρ_k является величиной постоянной, характеризующей виртуальную плотность кванта. Постоянство этой величины является удивительным и одной из самых загадочных характеристик кванта или свойств природы, возможно, отражающих вмешательство Творца в созидательную деятельность одного из самых удивительных явлений природы, которым является излучение.

Постоянство плотности энергии в единичном объеме витка спирали мы называем виртуальным, потому что не знаем, в какой мере этот объем действительно заполнен энергией или веществом. Однако нам ясно, что изменение плотности кванта в виртуальном (единичном) объеме весьма значительно. Возможно, часть этого объема вообще не занята веществом, в другом варианте объем характеризуется только изменением градиента плотности, причем весьма значительным.

При любых обстоятельствах понятие постоянства плотности единичного виртуального объема кванта является важнейшей величиной, характеризующей квант, и способствует нашему осознанному восприятию его параметров. Вначале на основе имеющихся представлений сведем в таблицу характеристики квантов, находящихся на противоположных концах шкалы электромагнитных волн (табл. 2.2).

Таблица 2.2

Характеристики квантов

Параметр кванта	Квант			
	Электрон	γ -квант	Видимый свет (зеленый)	Гравитон
$v, \text{с}^{-1}$	—	$3 \cdot 10^{21}$	—	$\sim 10^{-17}$
$\lambda, \text{м}$	$2,42 \cdot 10^{-12}$	10^{-13} [17]	$5,3 \cdot 10^{-7}$	$\sim 10^{26}$ [18]
$r \text{ (А)}, \text{м}$	$0,678 \cdot 10^{-57}$	$1,64 \cdot 10^{-56}$ [17]	$0,309 \cdot 10^{-62}$	$\sim 10^{-95}$ [18]
$S_{\text{сер}} = \pi A^2, \text{м}^2$	$1,435 \cdot 10^{-114}$	$8,44 \cdot 10^{-112}$	$0,3 \cdot 10^{-124}$	10^{-190} [18]
$V, \text{м}^3$	$3,49 \cdot 10^{-126}$	$8,44 \cdot 10^{-125}$	$1,59 \cdot 10^{-131}$	10^{-164} [18]
$\rho \cdot S, \text{Дж/м}$	$3,38 \cdot 10^{-2}$	19,91	$0,708 \cdot 10^{-12}$	$2,36 \cdot 10^{-78}$
$\rho \cdot A, \text{Дж/м}^2$	$1,595 \cdot 10^{55}$	$3,87 \cdot 10^{56}$	$0,729 \cdot 10^{50}$	$2,36 \cdot 10^{17}$
λ/A	$3,57 \cdot 10^{45}$	$6,10 \cdot 10^{43}$	$17,1 \cdot 10^{55}$	$\sim 10^{121}$

Приведенные расчеты позволяют выдвинуть гипотезу о причинах прозрачности воды для волн видимой части спектра. Однако нам необходимо произвести некоторые расчеты (табл. 2.3).

Таблица 2.3

Характеристика квантов зеленого цвета

Параметр кванта	Длина волны, м		
	1	2	3
λ , м	$5,1 \cdot 10^{-7}$	$5,3 \cdot 10^{-7}$	$5,5 \cdot 10^{-7}$
r (А), м	$0,32 \cdot 10^{-62}$	$0,309 \cdot 10^{-62}$	$0,298 \cdot 10^{-62}$
S , м ²	$0,321 \cdot 10^{-124}$	$0,3 \cdot 10^{-124}$	$0,279 \cdot 10^{-124}$
$\rho \cdot S$, Дж/м	$0,757 \cdot 10^{-12}$	$0,708 \cdot 10^{-12}$	$0,65 \cdot 10^{-12}$

Принимая, что энергия взаимодействия двух молекул воды проявляется в диапазоне $2,8 \text{ \AA}$ [19], получим:

$$U_1 = 0,757 \cdot 10^{-12} \cdot 2,8 \cdot 10^{-8} = 2,11 \cdot 10^{-20} \text{ Дж} = 13,2 \text{ эВ},$$

$$U_2 = 12,4 \text{ эВ},$$

$$U_3 = 11,4 \text{ эВ}.$$

Эти значения близки ионизационным потенциалам и энергии электронной связи ($10,086 \text{ эВ}$) [20].

При равенстве энергий фотон легко проходит сквозь воду, нивелируя энергию электронной связи. При недостатке энергии она аккумулируется в воде, и происходит ее нагрев. Нам остается только углубить наше представление о виртуальной плотности кванта. Характерно, что кванты с различной энергией не имеют единого строения. Во всех случаях они представляют собой длинную тонкую нить, скрученную в один виток спирали и заключенную в определенный объем, который и определяет общую энергию кванта. В нашем понимании квант — это просто сгусток энергии, заключенной в фиксированный объем. В рамках этого объема плотность энергии кванта может меняться. При увеличении энергии она вначале поглощается веществом, а затем вещество в той или иной степени становится «прозрачным» для излучения. Энергия лучей легко преодолевает энергию связей в атомах.

§ 2.6. Квант и поле

Леммы

1. Цуг фотонов от одного источника излучения представляет собой единое световое поле.
2. Световое поле всегда вектор.

3. Световое поле представляет собой сплошную несжимаемую¹⁹ вязкую проводящую среду, отдалено напоминающую струю жидкости или газа.

В световом поле фотоны соблюдают баланс сил притяжения и отталкивания, создавая тем самым условия для второго закона оптики.

4. С точки зрения логики, движение отдельных фотонов в световом поле должно быть самосинхронизировано. То есть колебания в пространстве фотонов должны происходить в одной фазе, только в этом случае гарантированно соблюдается баланс сил притяжения и отталкивания. Но, по-видимому, этого не происходит.

Белый свет представляет собой смесь фотонов, обладающих различной частотой. Самосогласование или самоорганизация отдельных фотонов в световом поле определяется балансом сил притяжения и отталкивания, причем последние доминантны. Отсутствие или невозможность согласования частот колебания или вращения отдельных элементов поля делает систему нестабильной.

Призма стабилизирует систему, дифференцируя свет по группам квантов, обладающих одинаковой частотой. Поэтому каждая отдельная часть спектра или световой гаммы (например, желтый или синий свет) должна быть гораздо лучше синхронизирована, чем белый свет, из-за близости параметров отдельных фотонов.

Существует парадокс, заключающийся в том, что движение единичного фотона и дуга фотонов (световое излучение) вовсе не обязательно должно проходить по одним и тем же закономерностям. Всего несколько квантов света достаточно, чтобы их зафиксировала сетчатка глаза²⁰.

Аналогию между лучом света (пучком фотонов) и струей газа или воды можно считать не вполне корректной, хотя для обсуждения некоторых процессов, протекающих в пучке света, она правомерна. Основное различие, по-видимому, заключается в том, что хотя в луче света между фотонами, как, впрочем, между молекулами воды или газа, соблюдается баланс сил притяжения и отталкивания, расстояние между отдельными фотонами существенно больше, чем между молекулами. В сравнении с линейными размерами псевдосферы фотона оно может быть в несколько раз, а возможно, и на несколько порядков больше. И поле, образованное световым лучом, специфично и ни на что не похоже. Оно напоминает объем, заполненный маковыми зернышками, находящимися на довольно значительном расстоянии.

¹⁹ В лазерном излучении среда сжимается.

²⁰ Это косвенно свидетельствует, по крайней мере, о высокой насыщенности кванта энергией.

Второй закон оптики (независимости световых лучей) гласит: *«Лучи при пересечении не возмущают друг друга. Пересечения лучей не мешают каждому из них распространяться независимо друг от друга».*

Подобное невозможно ни для потока газа или жидкости, ни для любой другой среды, кроме излучения. Только независимость отдельных фотонов в пути, значительные расстояния между фотонами и их весьма слабое взаимодействие в световом поле позволяют существовать второму закону оптики. Следовательно, в световом поле не существует ничего, что могло бы быть признаком основанием для того, чтобы путь фотонов был назван волновым полем. Поскольку идея волны — результат не объективного зондирования светового луча, а следствие его соприкосновения и искажения сторонним веществом (дифракция, интерференция, поляризация). Перейдем к анализу понятия «предельная скорость света». Л. Ландау и Е. Лифшиц приводят следующее определение:

«Скорость [света] можно было бы, собственно говоря, называть максимальной скоростью распространения взаимодействий. Она определяет лишь тот промежуток времени, после которого изменение, происходящее с одним телом, начинает проявляться на другом. Очевидно, что наличие максимальной скорости распространения взаимодействий означает в то же время, что в природе вообще невозможно движение тел со скоростью, большей этой. Действительно, если бы такое движение могло происходить, то посредством него можно было бы осуществить взаимодействие со скоростью, превышающей наибольшую, возможную скорость распространения взаимодействий» [21].

Как и множество других объяснений, это только констатация факта без всякой попытки интерпретации. Возможно, рассмотрение гипотетической волны или волнообразной среды и требует передачи взаимодействий, и оно конечно, но в корпускулярной теории его попросту нет и быть не может. Отдельный сгусток энергии (фотон) перемещается в пути равных или подобных ему собратьев. Но перед тем как начать движение, точнее в момент своего рождения, он получает импульс. В кратчайший промежуток времени скорость возрастает от нуля до световой. Следовательно, речь идет об ускорении или о вопросе Э. Ласкера, на который не мог ответить А. Эйнштейн.

В случае существования в пространстве одной из форм материи (любой разновидности эфира) все становилось на свои места, но только в том случае, если явление этого эфира было бы доказуемо.

Формальный анализ тензоров привел Л. Ландау и Е. Лифшица к мысли, что *«сами волны создают фоновое поле, в котором они распространяются» [22].*

Идея фонового гравитационного или иного поля витает в воздухе и, хотя из-за высокой степени абстрагируемости в него можно вкладывать разные понятия, оно существует.

Для движущегося луча оно является полем торможения. Относительно изотропное поле торможения, созданное материальным объектом, является причиной или гарантом равномерного движения, в котором точечный объект (сгусток энергии) перемещается, соблюдая два принципа:

- а) минимизации силы (F), затраченной на преодоление сопротивления. То есть замены силы трения скольжения на трение качения;
- б) минимизации пути (геодезической), по которой движется фотон

$$E_{\min} = F_{\min} \times S_{\min}.$$

Творец достигает этого двумя путями, задавая соотношения:

$$\frac{h\nu}{m} = c^2 \quad \text{и} \quad \nu\lambda = c.$$

То есть в генерированном фотоне отношение частоты к массе есть величина постоянная. И приоритетный вопрос должен ставиться не о постоянстве скорости света, а о существовании минимального сгустка излучения, который может передвигаться в пространстве со скоростью света. Это квант γ -излучения.

Примем в качестве отправной гипотезу торможения фотона в фоновом гравитационном поле. Против нее нет серьезных возражений, хотя всегда можно задать вопрос, насколько существенна плотность фонового гравитационного поля, чтобы препятствовать движению фотонов?

Размышляя над этим вопросом, мы неизбежно придем к рассмотрению движения фотона в поле точечного источника гравитационного излучения, например, белого карлика. Гравитационный потенциал в этом случае очень велик, и на много порядков превышает потенциал точечного источника. Соответственно воздействие гравитационного поля на световой луч или отдельный фотон будет много больше. И баланс сил может выразиться двумя составляющими:

- замедлением скорости движения фотона;
- искривлением его пути.

Но поскольку мы пришли либо начинаем приходить к пониманию конечной величины скорости света, то следует признать, что первая гипотеза либо не доработана до конца, либо за противодействие движению фотона отвечает некая иная сила или среда, но не гравитационное поле,

либо сила сопротивления фонового гравитационного поля тратится на нечто иное.

Выдвинув подходящую гипотезу движения кванта, нам будет проще анализировать сложившуюся ситуацию. Как мы уже отмечали, световой луч ни в коей мере не может служить аналогом волны. Второй закон оптики является достаточно весомым аргументом волны, хотя это вовсе не означает, что уравнения Максвелла либо математический аппарат механики сплошных сред не могут быть использованы для анализа движения той своеобразной и не имеющей аналогов среды, которую мы именуем световым лучом или световым полем.

Удобно полагать, что световой луч может быть аналогом сильно разреженного газа, но с известными оговорками, заключающимися в том, что хаос движения молекул в газе уступает место упорядоченности квантов светового луча. Пока наиболее подходящей гипотезой является сотовая или шахматная структура поля, при которой в пространстве перемещается не нечто хаотичное, а упорядоченный сгусток энергии, авторегулировка или автоколебания которого позволяют считать его изотропным световым полем.

Каждая индивидуальная частица светового луча (квант), независимо от того, перемещается она в римановом или евклидовом пространстве, в каждый минимальный промежуток времени перемещается в объеме пространства, который является микроцилиндром. Радиус этого цилиндра равен амплитуде $R = A$, а объем $\pi R^2 \lambda$ или $\pi A^2 \lambda$.

Для нас наиболее важно знание того, что объем элементарного цилиндра, в котором перемещается квант с постоянной энергией, есть величина постоянная.

То есть генерированный квант генетически обладает всеми заданными характеристиками. И нам достаточно знать один из параметров: частоту, длину волны или амплитуду, чтобы установить объем цилиндра в пространстве, который занимает квант. По мере движения фотона форма или конфигурация фотона циклически меняется, поскольку сброс гравитона происходит отдельными квантами.

Сброс квантов гравитонов тоже носит векторный характер, что приводит к искривлению движения фотона. И по мере того как он теряет свою энергию, длина волны его становится огромной, в конце концов занимает собственный горизонт. Но самым важным для нас является то, что объем цилиндра остается постоянным. Вначале в момент зарождения квант видимого света напоминает цилиндр (например, карандаш), и по мере движения в пространстве он утоньшается, становясь похожим на жгут, затем волос и т. д. Он изгибается в пространстве, но объем, который занимает квант, остается постоянным.

Постоянство объема, занимаемого квантом, позволяет нам рассмотреть две гипотезы его плотности и псевдоплотности.

Гипотеза плотности

Весь объем цилиндра, в котором перемещается квант по отношению к пространству, является анизотропной средой, вызванной повышенной концентрацией энергии. Вместе с тем внутри кванта плотность энергии меняется. То есть происходит псевдовращение плотности по окружности радиуса R или условной амплитуды.

Гипотеза псевдоплотности

Объем цилиндра, в котором перемещается квант, является условным понятием. Квант является локальным сгустком энергии, значительно (на несколько порядков) меньшим по размеру, чем длина волны (цилиндра) или амплитуда (радиус вращения).

Первая гипотеза является предпочтительной, поскольку позволяет объяснить две важные особенности движения кванта:

- плотность внутри цилиндра сравнительно невелика, а следовательно, сопротивление среды при соизмеримых плотностях вполне логично;
- при постоянстве объема перемещающегося в пространстве сгустка энергии плотность его постоянно падает. Он (сгусток) излучает гравитоны.

Гравитационный потенциал кванта постоянно падает по закону $d\phi = fdr$.

И это является другим доказательством красного смещения.

Запишем уравнение:

$$S = \frac{ch}{q} \ln \frac{E_0}{E}, \quad (2.60)$$

или

$$S = \frac{\lambda vh}{q} \ln \frac{E_0}{E}, \quad (2.61)$$

$$\frac{S}{\lambda} = \frac{E}{q} \ln \frac{E_0}{E}, \quad (2.62)$$

или

$$\frac{S}{\lambda} = \frac{E}{q} \ln \frac{v_0}{v}. \quad (2.63)$$

Здесь S — геодезическая.

Поскольку S/λ изменяется от $\min$ к $\max$ и $S > \lambda$, то $E > q$.

И энергия гравитона, выделенная на каждом отрезке геодезической, есть величина переменная. То есть квант генерирует гамму гравитонов с различной энергией, что само по себе свидетельствует о наличии гравита-

ционных полей с различной плотностью. Причем вблизи источников излучения плотность гравитационного поля — максимальна. Естественно, что это только умозрительные заключения, поскольку гравитационное поле источника излучения на много порядков превышает мощность гравитационного поля, создаваемого световым лучом.

Различие двух концепций кванта состоит в том, что в первом случае во всем объеме цилиндра или псевдоцилиндра сгусток энергии распределен в пространстве неравномерно и характеризуется спиралеобразным изменением плотности. Во втором — квант более или менее строго локализованный сгусток энергии, напоминающий пузырек воздуха и постоянно перемещающийся по образующей мнимого цилиндра.

§ 2.7. Зарождение кванта

Перемещение кванта в пространстве обусловлено двумя основными силами. Первая — ответственна за его вращение вокруг мнимой оси в направлении излучения (F_n). Вторая — перемещающая его в пространстве вдоль оси излучения F_g . Результирующая этих сил и создает перемещение кванта в пространстве, где он движется по геодезической (винтовой линии). Рассмотрим силу, сообщающую кванту центростремительное ускорение F_n . Прежде всего выскажем гипотезу, которая в деталях будет рассмотрена позднее. Квант генерирует вокруг себя кольцевое магнитное поле, лежащее в плоскости, поперечной направлению излучения. Квант, преодолевая сопротивление этого поля, ведет себя аналогично электрону в проводнике. Соответственно, на него действует сила, идентичная силе Лоренца

$$F_n = BI_x \sin \alpha, \quad (2.64)$$

где: F_n — центростремительная сила, действующая на квант;

I_x — псевдоток кванта;

B — магнитная индукция.

Собственное вращение такого кванта можно описать третьим законом Кеплера:

$$A^3/T^2 = Gm/4\pi^2, \quad (2.65)$$

где: A — амплитуда;

T — период вращения;

m — масса сгустка энергии.

Перепишем это равенство в виде:

$$A^3/T^2 = Ghv/4\pi^2 c^2, \quad (2.66)$$

или

$$4\pi^2 A^2 A/T^2 = Ghv/c^2. \quad (2.67)$$

Заметим, что в момент зарождения длина орбиты кванта $2\pi A$ равна длине его волны, так как $cT = \lambda$.

С учетом этого получим:

$$c^2 T^2 A/T^2 = Ghv/c^2 \quad (2.68)$$

или, сокращая,

$$A = Ghv/c^4, \quad (2.69)$$

где A — гравитационный радиус сгустка энергии до его перемещения в пространстве.

Зародившийся квант характеризуется только своими «первичными характеристиками», а именно, периодом или частотой вращения вокруг центрального ядра и радиусом, на котором сгусток энергии отдален от центра масс:

$$A/v = Gh/c^4. \quad (2.70)$$

Квант описывается простым соотношением мировых констант — это и есть фундаментальное свойство природы:

$$A/v = 0,5473 \cdot 10^{-77} [m^2]. \quad (2.71)$$

Другая форма записи:

$$A\lambda = Gh/c^3 = 1,6408 \cdot 10^{-69} [m^2]. \quad (2.72)$$

Формально квант перемещается в евклидовом пространстве по винтовой линии, охватывающей элемент цилиндра с основанием, равным πA^2 и длиной, равной шагу винтовой линии. Вместе с тем формальное описание его движения с учетом шага винтовой линии лишено смысла, поскольку квант «не понимает» евклидова пространства.

В каждый конечный промежуток времени (dt) амплитуда кванта перпендикулярна вектору его световой скорости, а следовательно, он перемещается в изогнутом цилиндре, площадь которого $2\pi A^2$, а длина λ .

Объем этого цилиндра или псевдоцилиндра

$$V = \pi A^2 \lambda. \quad (2.73)$$

Из этого уравнения легко получить два других, определяющих зависимость объема от частоты

$$V = \pi v G^2 h^2 / c^7 \quad (2.74)$$

и длины волны

$$V = \pi G^2 h^2 / \lambda c^6. \quad (2.75)$$

§ 2.8. Собственное вращение (спин) кванта

Независимо от выбранной схемы перемещения кванта внутри спирали он испытывает вращение вокруг собственной оси, которое с полным основанием можно назвать спином кванта.

Собственное вращение кванта вокруг оси, параллельной или почти параллельной направлению его перемещения, является спином. Однако в этой концепции должны быть сделаны уточнения.

Идея об осевом вращении электрона впервые была выдвинута Абрагамом в 1900 г. Затем она возродилась и упрочила свое положение в 1925 г. в результате работ Уленбека и Гаудсмита. За весь период существования этой красивой и хорошо согласующейся с реальностью идеи не было сделано даже попыток оценить первопричину явления. Между тем в предложенной концепции осевое вращение кванта является вполне логичным его состоянием, иллюстрирующим дальновидность Творца или природы.

Приведенные уравнения в полной мере описывают перемещения кванта в вакууме без учета гравитационного потенциала. Он движется внутри реального или мнимого цилиндра²¹. Причем параметры этого цилиндра остаются неизменными в течение одного или многих витков, пока квант не излучает гравитон. После этого меняются его амплитуда и длина волны.

В этой системе взглядов квант перемещается по уступчатой спирали, которая непрерывно меняет свои параметры. Шаг ее (или проекция длины) непрерывно увеличивается, амплитуда уменьшается, и в конце концов, вырождаясь до предела, спираль трансформируется в почти прямую линию, спиралевидный характер которой незаметен.

Леммы

1. В пространстве на квант действует сила, препятствующая его движению. В этой связи квант перемещается с ускорением. Причем центростремительная сила уравновешивает сопротивление среды. Скорость кванта всегда постоянна²².
2. Перемещение кванта в пространстве по винтовой линии и возможность описания ее длины уравнением периметра эллипса является удивительным свойством природы и позволяет применить к описанию его движения уравнения Шредингера и Дирака.
3. Квант перемещается в пространстве по спирали в псевдоцилиндре, радиус которого есть амплитуда отклонения кванта от оси цилиндра, а шаг одного витка спирали есть длина цилиндра.

²¹ Этот вопрос будет рассмотрен отдельно.

²² Это положение противоречит ОТО в понимании А. Эйнштейна и будет рассмотрено в отдельном параграфе.

4. Формулы длины спирали и эллипса тождественны. А формула основания цилиндра или псевдоцилиндра определяется проекцией эллипса на поперечную плоскость.

Начальная точка дуги (спирали), по которой перемещается квант, совпадает с начальной точкой его смещения по амплитуде и по оси цилиндра. Квант в евклидовом пространстве одновременно движется по трем направлениям: геодезической (S), амплитуде (A) и по оси цилиндра (λ). Таким образом, квант за одно и то же время $T_s = T_A = T_\lambda$ перемещается на различные расстояния, двигаясь с постоянной скоростью c .

5. Уравнение винтовой линии, столь подробно описанное нами, тем не менее только приближенно описывает характер движения кванта. Квант на самом деле совершает перемещение внутри псевдоцилиндра, основание которого есть $2\pi A$, однако он перемещается в своем специфическом пространстве, в котором в каждый конкретный промежуток времени перемещение в продольной плоскости близко к нормали по отношению к вектору распространения излучения. Поэтому по существу в реальном пространстве кванта понятие «длины цилиндра (h)» исчезает. Или h и λ становятся идентичными понятиями, и псевдоцилиндр, в котором перемещается квант, имеет длину λ , отождествляемую с длиной волны. Эта небольшая неточность в иллюстрации перемещения кванта, тем не менее, чрезвычайно полезна, поскольку позволяет использовать для описания его движения все характеристики винтовой линии, в частности, понимание того, что перемещение кванта происходит с ускорением.

Мы завершили предварительное описание движения кванта в псевдоцилиндре, чтобы уяснить, по крайней мере для самих себя, что квант в пространстве перемещается по винтовой линии. Преимуществ подобного описания много. Главное из них заключается в том, что оно отражает реальность. Вместе с тем нам хотелось бы сделать уточнение. Оно заключается в том, что амплитуда колебания кванта (или его перемещение в продольной плоскости в конкретный момент времени) всегда перпендикулярна оси его движения. В другом понимании плоскость кругового перемещения все время меняет свое положение в пространстве, подстраиваясь под характер винтовой линии. Тогда, если квант представить в виде псевдоцилиндра, то реальная протяженность одного витка (до сброса энергии гравитона) равна h или nh (шагу или шагам винтовой линии). А объем псевдоцилиндра, или жгута, характеризующего перемещение кванта, определяется формулой $V = 2\pi A \cdot \lambda$.

6. Поскольку квант совершает движение по окружности и по псевдоэллипсу, то, по крайней мере, к описанию одного из этих движений применим закон Кёйлера. Простой расчет и логика показывают, что

перемещение кванта по геодезической осуществляется под влиянием других мотиваций.

Вращение кванта может быть объяснено следующими причинами:

1. Он повышает свою устойчивость.
2. Снижается сопротивление его движению.
3. Проявляется всеобъемлющее свойство природы.

Целесообразность или совмещение целесообразности вращений, во-первых, свидетельствует об изощренности и великолепной инженерной подготовке Творца, во-вторых, — о правильности трактовки явления (или явлений).

Во-первых, квант вращается вокруг собственной оси, строго говоря, не параллельной оси перемещения. Он как бы катится в колее, которую совершает винтовая линия или образующая. Квант вращается с центростремительным ускорением, направленным к оси вращения:

$$a_{ц} = \frac{c^2}{A}, \quad (2.76)$$

где A — амплитуда или радиус, тогда

$$F_{ц} = ma = \frac{hv}{Am} \cdot m = \frac{hv}{A}. \quad (2.77)$$

Подставляя значение

$$\frac{v}{A} = \frac{c^4}{Gh}, \quad (2.78)$$

получим:

$$\boxed{F_{ц}^{рад} = \frac{c^4}{G}}. \quad (2.79)$$

Мы нашли значение универсальной силы, направленной к оси вращения. Она бесспорная константа.

У кванта только одна возможность уменьшить сопротивление своему движению — перейти от трения скольжения к трению качения, что собственно и порождает спин или вращение.

Центростремительная (радиальная) сила, отвечающая за вращение, является, пожалуй, одним из самых удивительных произведений Творца. Ибо только в этом случае линейная скорость кванта остается константой. Радиальная сила, направленная к центру вращения кванта и вызывающая центростремительное ускорение, уникальна и по другой причине. Она постоянна и является следствием соотношения двух, возможно, самых

значимых мировых констант. Распространяя действие этой силы и, соответственно, ускорения на псевдоквант (электрон), мы в состоянии ответить на вопрос, который мучил Н. Бора в момент начала создания квантовой механики.

Почему вращающийся электрон не излучает? Ответ очевиден. Все кванты, в том числе и электрон, вращаются, но ни один из них не должен излучать. Вращение вводится в ранг одного из основных законов природы. Оно вызвано предельной скоростью перемещения материи и гравитационной постоянной²³.

Мы получили замечательную константу, собственное значение которой очень велико:

$$F_{\Pi} = 12,144 \cdot 10^{48} \text{ дин} \left[\frac{\Gamma \cdot \text{см}}{c^2} \right].$$

То есть квант энергии испытывает при вращении гигантскую силу, направленную к центру цилиндра, в котором он перемещается. Существование этой силы знаменательно само по себе, поскольку она не зависит ни от каких переменных факторов, а определяется только законами природы. Причем на основании только этой константы можно строить многочисленные гипотезы:

1. Свет порождает силу или точнее вектор силы.
2. Генерированная сила всегда направлена к центру оси цилиндра, в котором перемещается квант.
3. Центростремительная сила генерирует вращение.
4. Центростремительная сила ответственна за стабильность кванта или электрона.

В свое время П. Дирак сказал об одном из своих уравнений: «Оно слишком красиво, чтобы быть неверным». Красота присуща и данной формуле. И одно только ее существование позволяет охарактеризовать самопроизвольное возникновение вращательного движения. И в принципе оно распространяется как на микро-, так и на макромир.

Нам предстоит еще обсудить вопрос о том, распространяется это уравнение на перемещающийся квант или оно применимо только к процессу его зарождения. Первое утверждение находится под сомнением. В справедливости второго сомневаться не приходится.

Можно предположить, что при «накачке» или сообщении атому или молекуле дополнительной энергии после преодоления определенного

²³ Много времени провел я, размышляя над красотой этой формулы, и задавал себе вопрос, можно ли строить концепцию Мироздания, используя непостоянные величины? В принципе подобный подход адекватен тому, чтобы строить здание на песчаном фундаменте. Иными словами, скорость света должна быть величиной постоянной.

энергетического порога энергия локализуется в пространстве в виде сгустка и начинает вращаться вокруг какого-то центра, и, когда скорость сгустка сравнивается со скоростью света, атом «выстреливает» этим сгустком, как из пращи. Так зарождается излучение.

Мы можем с использованием уже известного приема получить еще несколько аналогичных формул. Для начала получим новое выражение для h

$$h = \frac{c^4}{G} \cdot \frac{A}{v} \cdot \frac{c^4}{G} \cdot \text{const} = \frac{c^4 \cdot 0,5473 \cdot 10^{-77}}{G} [\text{э} \cdot \text{с}].$$

Сама по себе постоянная Планка интересна тем, что она является частным двух констант. Без труда придем к следующим рассуждениям. Сила, действующая на квант в продольном направлении или в сторону:

$$\begin{aligned} F_{\text{прод}} &= \frac{hv}{\lambda} = \frac{c^4}{G} \cdot \frac{0,5473 \cdot 10^{-77} \cdot v^2}{c} = \frac{c^3 \cdot 0,5473 \cdot 10^{-77} \cdot v^2}{G} = \\ &= \frac{27 \cdot 10^{30} \cdot 0,5473 \cdot 10^{-77}}{6,67 \cdot 10^{-8}} = v^2 \cdot 2,20837 \cdot 10^{-37} [\text{дин}]. \end{aligned}$$

Обратим внимание на то, что эта величина ничтожно мала в сравнении с радиальной силой, действующей на квант.

Даже для γ -кванта, для которого $v = 3 \cdot 10^{21} \text{ с}^{-1}$, имеем:

$$F_j^{\text{прод}} = 9 \cdot 10^{42} \cdot 2,20837 \cdot 10^{-37} = 19,87533 \cdot 10^5 [\text{дин}].$$

Для тангенциального ускорения:

$$a_T = \frac{c}{t},$$

но

$$t = \frac{2\pi A}{c},$$

тогда

$$a_T = \frac{c^2}{2\pi A},$$

$$F_T = \frac{Avc^2}{2\pi A} = \frac{c^4}{2\pi G} = 1,9337 \cdot 10^{48} [\text{дин}].$$

Полная сила, действующая на квант:

$$F_{\text{полн}} = \sqrt{F_2 + F_2} = 12,144 \cdot 10^{48} \cdot \sqrt{\frac{1}{2\pi} + 1} = \sqrt{1,16} = 13,079 \cdot 10^{48} \text{ [дин]}.$$

Заметим также, что замечательное соотношение $F_{\text{полн}} = \sqrt{F_{\text{ц}}^2 + F_{\text{г}}^2}$ применимо не только для кванта, но и для псевдокванта (электрона), с небольшим отличием

$$\boxed{F_{\text{ц}}^e = \frac{v^4}{G}} \quad (2.80)$$

§ 2.9. Деформация кванта и метрики

Для понимания геометрии пространства, если таковое существует, нам необходимо введение понятия «соизмеримость воздействия».

Рассмотрим простой пример — резку бумаги ножницами. Бумага поддается, причем деформируется необратимо. В то время как воздействие бумаги на ножницы чрезвычайно мало. Необходимо разрезать десятки километров бумаги, для того чтобы ножницы заметно притупились.

Другой случай — пуля, ударившаяся о стену из не очень прочного материала (дерево, кирпич), деформирует ее, но и деформируется сама. То есть мы можем говорить о соизмеримости воздействия. Пылинка, садящаяся на экран включенного телевизора, в процессе своего движения меняет структуру электромагнитного поля, образовавшегося вокруг экрана. Происходит деформация поля. В свою очередь ее хаотичное движение тоже меняется и из неупорядоченного превращается в упорядоченное, хотя форма пылинки не претерпевает изменения. Деформируется путь ее движения.

Легко понять, что деформироваться может одно из вступающих во взаимодействие тел или оба.

Аналогичным образом может деформироваться и всегда деформируется под внешним воздействием поле, если оно существует. При этом тело (вещество) может либо деформироваться, либо не деформироваться. Но, если тело мало, например, величиной с пылинку, то электромагнитное поле изменит направление движения, если пылинка имеет заряд. Гравитационное поле всегда деформирует направление движения тела и, если тело приобретает скорость света, превращаясь в фотон, то он деформируется. В свою очередь поле также деформируется. И мы вступаем на путь, который можно рассматривать как частный случай проблемы Беркли об объективности восприятия информации.

Об объективности метрики гравитационного поля можно судить только косвенно на основании анализа пути электромагнитных (световых) квантов, определение характеристик метрики приобретает дополнительные трудности и может быть оценено следующими постулатами:

1. Характеристика метрики после внесения поправок на искажение луча из электромагнитных квантов может быть объективно оценена.
2. Характеристика метрики вообще не может быть оценена, однако она существует.
3. У метрики не может быть характеристики, а следовательно, ее не существует.
4. Характеристика метрики проявляется только при взаимодействии с лучом (излучением), и она зависит от свойств поля и квантов или является функцией двух деформируемых величин. И репликой их взаимодействия и является метрика пространства, характеристика которой оценивается параметрами перемещения кванта в пространстве, наделенном гравитационным полем.

Остановимся на особенностях движения деформируемого сгустка энергии (вещества) в деформируемой среде (поле). Заметим, плотность фотона или кванта много больше массы поля $\rho_k \gg \rho_n$.

Нам будет проще рассматривать особенности взаимодействия, если мы введем понятие «свободное» и «стесненное» движение, где под стесненным мы будем называть движение, вызывающее искажение естественной структуры луча (фронта или сгустка фотонов). Эта деформация может быть зафиксирована в виде дифракции, интерференции, поляризации или когерентности.

Здесь мы рассматриваем только свободное движение фотона в поле. В предыдущем параграфе мы остановились на факте взаимодействия поля и фотона, результатом которого является покраснение («красное смещение») и потеря фотоном части энергии и, соответственно, массы.

Деформация фотона, как мы уже показывали [23], ведет к установлению характера его движения по винтовой линии, причем сгусток энергии приобретает не вполне очерченную конфигурацию. Образно говоря, он «движим острым желанием» покинуть гравитационное поле. Выталкиваемый из поля фотон, чем-то напоминающий всплывающий в воде пузырек воздуха, непрерывно меняет свою конфигурацию и, скорее всего, плотность внутри цилиндра. Деформация формы или конфигурации сгустка энергии подобно пузырьку воздуха, поднимающемуся в воде, ведет к вращению вектора магнитного поля. А сам сгусток движется в гибком псевдоканале по винтовой линии, характеристику которой задает энергия фотона. Конфигурация псевдоканала или пути движения фотона очень сложна — это, естественно, геодезическая в пространстве, метри-

ку которого определяют параметры (конкретного гравитационного поля и энергии фотона).

Легко показать, что по этой версии метрики пространства без фотона не существует, бессмысленно говорить, например, об евклидовом или римановом пространстве, но взаимодействие в системе гравитационное поле — фотон и порождает метрику, которая в первом приближении может быть названа римановой или сферической. Фотон в точечном поле движется по дуге, и этот факт как будто подтверждается экспериментально наблюдением отклонения света звезд вблизи Солнца. Но можно и не ссылаться на эксперимент, вызывая к обыкновенной логике.

Вначале дадим характеристику гравитационного поля или полей, в которых со световой или досветовой скоростью перемещается сгусток энергии. Гравитационное поле выступает в трех ипостасях:

1. Векторное гравитационное поле точечных источников вещества, искажающее движение луча света.
2. Векторное гравитационное поле точечных источников вещества (черные дыры), обладающих гравитационной сферой, из которой не может вырваться излучение. Точечные источники вещества поддерживают баланс вещества, гравитации и излучения, преобразуя излучения в вещество.
3. Поле фонового гравитационного излучения (поле вакуума или поле пространства).

Заметим также, что энергия кванта почти наверняка оказывает влияние на его конфигурацию. Квант высокочастотного рентгеновского или гамма-излучения наиболее плотен, стремится в пространстве сохранить сферическую форму, и это излучение не поддается модуляции. Фотоны низкочастотного радиоизлучения пластичны. Их форма ничем не оправдана, и в пространстве они образуют нечто, напоминающее длинную изогнутую запятую или жгут. Возможно, они сливаются в единую полную спираль с переменным радиусом. Стенками или телом спирали является стилизованный, вытянутый сгусток энергии.

Рассмотрим взаимодействие «нормального» кванта со скалярным «фоновым» гравитационным полем или полем пространства. В результате сопротивления поля сгусток энергии приобретает вращение в направлении, перпендикулярном оси движения, и каждый его виток — это движение по спирали [24].

При этом он теряет энергию и преодолевает путь по формуле [25]:

$$S = \frac{ch}{q} \ln \frac{v_0}{v_1} \quad (2.81)$$

где: S — реальный путь, пройденный фотоном по геодезической;
 ν_0 — частота фотона в начале пути;
 ν — конечная частота фотона;
 q — порционный сброс энергии.

Поскольку геодезическая и есть спираль, меняющая свой радиус, попробуем определить ее параметры.

В работе [26] получено соотношение

$$A\lambda = \text{const}, \quad (2.82)$$

здесь A — амплитуда.

В рассуждениях допущена неточность в том, что «длина орбиты $2\pi A$ практически равна длине волны λ ». Это тождество верно только для гравитона. Однако на точность конечного результата это не влияет.

Соотношение (2.82) гласит, что изменения амплитуды и длины волны пропорциональны, а их произведение есть константа.

То есть при движении фотона

$$A_0\lambda_0 = A_1\lambda_1 = \text{const} \quad (2.83)$$

и

$$S = \frac{ch}{q} \ln \frac{A_0}{A_1}. \quad (2.84)$$

При движении амплитуды уменьшается

$$S = (2\pi A)^2 + \lambda^2, \quad (2.85)$$

где S — длина одного витка пространственной винтовой линии, один катет которого ($2\pi A$) равен окружности основания, а другой (λ) — шагу винтовой линии.

Фотон движется в пространстве по параболическому конусу, радиус основания которого (амплитуда) постоянно уменьшается, а длина волн (расстояние между витками спирали) увеличивается.

Каждый виток спирали ds изменяется (увеличивается во времени от витка к витку

$$s = \sqrt{(2\pi A)^2 + \lambda^2},$$

записав $\frac{4\pi^2}{\text{const}} = \kappa^2$, получим

$$ds = \int \frac{\sqrt{\kappa^2 + \lambda^2} d\lambda}{\lambda}, \quad (2.86)$$

$$s = \frac{k^2 + \lambda^2}{2} - \frac{a \ln \left[2K + 2\sqrt{k^2 + \lambda^2} \right]}{\lambda^2}. \quad (2.87)$$

При $\lambda \gg k$ увеличение s очевидно.

Заметим, что $A\lambda = k$ есть уравнение гиперболы.

И мы можем вычислить объем тела, полученного вращением вокруг оси излучения криволинейной трапеции, образованной изменением длины волны λ :

$$V = \pi \int_{\lambda_0}^{\lambda_1} A^2 d\lambda, \quad (2.88)$$

$$V = \frac{k^2 \pi (\lambda_1 - \lambda_0)}{\lambda_0 \lambda_1}. \quad (2.89)$$

При $\lambda_1 \gg \lambda_0$ объем канала зависит только от λ_0 :

$$V_\lambda \approx \frac{k^2 \pi}{\lambda_0} \quad (2.90)$$

или $V \approx k\pi A$.

То есть при бесконечно долгом вырождении фотона он движется по винтовому цилиндру с переменной амплитудой. Конфигурация пространственного канала, в котором перемещается гравитон, отличается от геодезической кривой движения фотона. Амплитуда отклонения гравитона от оси стремится к нулю. И с определенным приближением можно сказать, что гравитон движется в собственном пространстве по прямой, которая в конечном итоге превращается в круг.

Движение фотона в пространстве, заполненном фоновым гравитационным излучением, проходит по спирали, навитой на стенки гиперболического конуса, сужающегося к вершине.

По мере движения кривизна снижается, и направляющая гипербола стремится к прямой. Образно можно сказать, что риманово пространство стремится стать евклидовым. Если в идеализированном пространстве в направлении движения фотона кривизна, вызванная преодолением фотоном пространства, снижается, то это вовсе не означает, что на него не действуют другие силы. При движении в поле тяготения точечного источника вещества осевая прямая конуса начинает изгибаться, на фотон действуют силы притяжения. При движении в точечном гравитационном поле частота фотона постоянно уменьшается, а радиус кривизны растет.

Эта закономерность является одной из трех составляющих, характеризующих изменение метрики пространства. Две других определяются изменением параметров канала. То есть с уменьшением частоты снижается и амплитуда или диаметр канала. И римановская метрика вырождается, трансформируясь в евклидову. Аналогом явления может быть не очень длинная упругая стальная пружина, зажатая в кулаке. И при выходе из кулака пружина начинается изгибаться.

А. Эйнштейн в одной из своих ранних статей предсказал подобное поведение метрики: *«Можно построить геометрию и на другой поверхности с непрерывно изменяющейся кривизной»* [27]. Однако развития эта мысль не получила.

Последней характеристикой, отвечающей за непрерывно изменяющуюся кривизну метрики, являются силы Кориолиса, искривляющие движение фотона при движении по спирали (напряжении излучения). Под действием гравитационного поля спираль изгибается. И в принципе изгибов может быть сколь угодно много. Однако сам факт движения по логарифмической спирали порождает и третью силу, в отличие от гравитационного поля, действующего постоянно. В отсутствии точечных источников поля спираль с определенным приближением можно было бы рассматривать как геодезическую линию в одном из римановых пространств, но силы Кориолиса здесь говорят свое веское слово.

А. Эйнштейн, анализируя идеи Маха, писал: *«Вращающееся полое тело должно создавать внутри себя «поле кориолисовых сил», стремящихся отклонить движущиеся тела в направлении вращения»* [28].

Этот анализ, выполненный в одной из ранних работ, когда Эйнштейн еще находился под влиянием идей Маха, был завершён построением системы уравнений. И Эйнштейн никогда больше к проблеме не возвращался. Между тем очевидно, что световой луч состоит из группы псевдотрубок (псевдоспиралей), являющихся репликой, вызванных перемещением отдельных фотонов по своим геодезическим линиям. И силы Кориолиса должны постоянно действовать на фотон, причем влияние на световой поток может оказывать как вращение гравитационного поля системы, например галактики, так и самого светового потока.

Здесь мы можем высказать гипотезу, что фотон движется в пространстве, теряя энергию одинаковыми порциями.

Тогда $\frac{ch}{q}$ превращается в постоянный коэффициент, означающий

квантование гравитона h_g ; v_0 — начальная частота фотона; v — конечная частота фотона:

$$R = h_g \ln \frac{v_0}{v}.$$

То есть пройдя расстояние R , фотон сбрасывает гравитон, приобретая импульс. И очевидно, что этот импульс не направлен в сторону движения, а, скорее всего, внутрь спирали. Непрерывное импульсное воздействие на фотон должно также привести к искажению спирали (геодезической). И под влиянием тех сил, о которых мы уже говорили, она будет трансформироваться в дугу, а затем и в окружность (спираль), если фотон не встречает препятствий на своем пути, т. е. он обязательно должен двигаться по спирали, отклоняющейся от оси винтовой линии.

Высокоэнергетические фотоны сбрасывают гравитоны очень высоких энергий, либо значительное количество одинаковых гравитонов. В конце трансформации энергия, теряемая фотоном, бесконечно мала.

Можно создать сколь угодно много математических моделей, объясняющих подобный тип движения. Зависимость от математики здесь чисто минимальная, если мы принимаем на веру два основных постулата.

Леммы

1. Существует изолированная метрика пространства. Метрика определяется только движением в поле фотона или сгустка электромагнитной энергии. И это движение за счет взаимодействия субъектов поля и фотона продуцирует метрику, искаженность или форма которой зависит от энергии фотона и поля. Характер этой римановой или псевдоримановой метрики меняется со временем, постоянно вырождаясь. Радиус сферы увеличивается почти безгранично, стремясь к пределу, определяемому полной трансформацией фотона в гравитон. В свою очередь, риманова метрика стремится трансформироваться в евклидову.
2. Взаимодействие фотона с пространством порождает два вида вращения. Одно из них — спираль, причем каждый шаг или виток вращения сопровождается сбросом гравитона, в результате чего радиус спирали уменьшается.

§ 2.10. Квант и вещество

Второй закон оптики гласит, что сопоставление света с потоком жидкости или газа не является вполне удачной аналогией. Невозможно направить два потока жидкости или газа, например, перпендикулярно друг другу таким образом, чтобы потоки сохранили «свое лицо», свою первоначальную сущность или характеристику.

Смешение произойдет, причем полное, со всеми вытекающими отсюда последствиями. Тем более, ни одна из известных подвижных субстанций не в состоянии повторить феномен светового потока.

Элементарная логика позволяет, во-первых, отметить уникальность явления, во-вторых, выделить его в некую специфическую сущность, не

имеющую аналогов в природе. С точки зрения здравого смысла, взаимное проникновение двух структур друг в друга при сохранении ими первичных свойств возможно только в том случае, если структуры представляют собой некое подобие решетки, в которой отдельные атомы служат прообразом фотонов. Причем в фотоне, так же как и в кристалле, всегда соблюдается постоянный баланс сил притяжения и отталкивания. Возможно, с некоторым преобладанием последних. Световой поток в этом случае является аналогом сильно разреженного кристалла.

Вода или лед тоже является своего рода кристаллом, в котором связи между атомами носят фиксированный характер, за счет энергии электронной связи. В этой связи свет легко проходит через воду и лед в том случае, если энергия кванта близка энергии связи.

В то же время стекло является застывшей аморфной жидкостью, не имеющей четко выраженного кристаллического строения. Оно в состоянии пропускать только низкоэнергетические лучи видимого и инфракрасного спектра, поскольку «стройность» кристаллической решетки не оказывает существенного влияния на фронт низкоэнергетических фотонов. Их «упорядоченность» не столь велика или значительна, чтобы аморфность стекла могла представлять для них какую-либо преграду. Поток высокоэнергетических квантов — ультрафиолетовое излучение — может проникать только через кристаллическую структуру — кварцевое (либо аналогичное) стекло. Кристалл движется сквозь кристалл.

Еще более выраженная «кристаллическая или упорядоченная структура» — рентгеновское излучение — проникает сквозь любое или почти любое вещество, оставляя на фотопластинке отпечаток «сопротивления», которое та или иная субстанция оказала потоку квантов.

Энергия γ -квантов настолько велика, что сравнительно небольшая пластина любого вещества не окажет им никакого сопротивления. Поток γ -квантов является аналогом суперсолдат, движущихся на марше и не встречающих никаких преград. Их энергия настолько велика, что они легко преодолевают энергию связи любых веществ, не оставляя при этом практически никаких следов. γ -кванты — это проникающее излучение.

Двигаясь в другую сторону электромагнитной шкалы, следует остановиться на микроволнах с длиной волны от 0,1 до 0,3 м. Излучение этой части спектра представлено еще более низкоэнергетическими фотонами, чем видимая и инфракрасная часть спектра. Фотоны интенсивно реагируют с любой или практически любой преградой. На этом основано действие радара и микроволновых печей. Любое вещество тормозит микроволновые лучи, и их энергия трансформируется в тепло, производящее разогрев пищи.

Анализ излучения позволяет высказать гипотезу о соотношении энергии связей вещества, через которое проникают лучи, с энергией связи са-

мих лучей. Причем интенсивное поглощение веществом фотонов наблюдается при относительной близости энергий. Интервал плотности вещества оказывает определенное влияние на поглощение, однако доминирующей оказывается частота фотона.

При столкновении с отдельным атомом высокоэнергетический фотон передает ему незначительную часть своей энергии. Сумма столкновений также не отнимает у фотона сколь-нибудь заметной части энергии. И только высокая плотность поглощающего вещества, а также его заметная толщина делают возможным полностью поглотить рентгеновское или γ -излучение.

Низкоэнергетический фотон (радиоизлучение) и тем более гравитон обладают столь малой частотой и, соответственно, амплитудой, что не взаимодействуют с атомами вещества. Вещество просто не реагирует на столь незначительное вмешательство в его структуру, тем более что плотность низкоэнергетических частиц очень велика. Они словно иглы пронизывают вещество, не встречая сопротивления. Энергия гравитона, конечно же, ничтожно мала даже в сравнении с электроном. Однако плотность энергии кванта является непомерно большой величиной и равна $2,36 \cdot 10^{12}$ Дж/м³ [29].

Плотность протона, нейтрона и, в особенности, электрона для кванта ничтожно мала. Он пронзает их (либо должен пронзать) гораздо проще, чем пуля стекло. И тем не менее в этой логике есть определенные нюансы.

Если плотность энергии любого кванта сосредоточена в небольшом объеме или малой площади, то квант напоминает иглу. Напомним, что поток энергии любого кванта есть величина постоянная и равная $7 \cdot 10^{120}$ Вт/м² [30]. Гравитон, чья энергия очень мала, порядка 10^{-52} Дж, вполне уподобляется этой игле, пронзающей любое вещество — для него не существует преград. С увеличением сечения кванта вступает в силу соотношение

$$h\nu = f_w V, \quad (2.91)$$

где f_w — объемная плотность энергии кванта (const); V — его объем.

Объем кванта растет, соответственно увеличивается его энергия. Это увеличение приводит к тому, что на каком-то этапе параметры кванта становятся соизмеримыми с характеристиками атомов. Во всяком случае, атомы воспринимают кванты не как иглу или пулю, а как пространственно очертанное тело, приближающееся к ним. И электроны, и атомы отражают, поглощают и рассеивают кванты с этими характеристиками.

Дальнейшее увеличение энергии кванта приводит к тому, что атомы, молекулы и, соответственно, любое вещество вновь не представляют существенного сопротивления для кванта с высокой энергией (рентгеновское излучение, гамма-кванты). В существующих теориях вообще нет ни-

какого разумного объяснения наблюдаемым явлениям. В частности, В. А. Адюковский пишет:

«Сущность оптических явлений и самого элементарного носителя света — фотона по-прежнему остается неизвестной...»

Несмотря на то, что оптика имеет давнюю историю, а попытки применения математического аппарата электродинамики начались сразу же после опубликования Максвеллом своих знаменитых уравнений, достаточно быстро обнаружилось и некоторое несоответствие распространения фотона законам Максвелла. Дело в том, что затухание света в полупроводящей среде (морской воде) оказалось полностью не соответствующим закону затухания плоской электромагнитной волны в такой среде.

Как известно, плоская электромагнитная волна затухает в полупроводящей среде в соответствии с законом Максвелла как

$$H = H_0 e^{\left(\frac{\mu_0 G \omega}{2}\right)^{1/2} r} \quad (2.92)$$

Здесь H_0 — напряженность магнитного поля на поверхности раздела сред, например на поверхности морской воды; μ — относительная магнитная проницаемость среды; σ — проводимость среды; $\omega = 2\pi f$, f — частота электромагнитной волны; r — расстояние от поверхности раздела сред.

Практика обнаруживает полное подтверждение указанной формулы затуханию плоской радиоволны в морской среде и полное расхождение ее с затуханием света в прозрачной морской воде.

При проводимости морской воды $1 \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{м}^{-1}$ на частоте 1 МГц практически полное затухание электромагнитной волны происходит на глубине в м. Учитывая, что

$$r_1 / r_2 = \sqrt{(f_2 / f_1)} \quad (2.93)$$

и что для зеленого света длина волны составляет $5,6 \cdot 10^{-7} \text{ м}$, что соответствует частоте $5 \cdot 10^{14} \text{ Гц}$, получаем для расчетной по Максвеллу глубины проникновения света в морскую воду:

$$r_2 = r_1 \sqrt{(10^6 / 10^{14})} = 10^{-4},$$

и, таким образом, свет должен бы проникать на глубину не более чем $3 \cdot 10^{-4} \text{ м} = 0,3 \text{ мм}$. Вместо этого свет проникает на глубину порядка 150 м. Таким образом, расхождение теории с практикой здесь составляет 500 тыс. раз!

Теория объясняет это тем, что морская вода на таких частотах теряет свою проводимость, причины чего не объясняются» [31].

Отдадим должное автору за тонкость наблюдения и зададим себе вопрос, а что будет, если аналогичное наблюдение мы произведем в пресной воде на Байкале или Иссык-Куле, либо заполним очень глубокий бассейн бидистиллятом? Понятно, что для непроводящей среды уравнения Максвелла неприемлемы. А что взамен?

Для видимого света понятно, что белый свет — это отражение всех лучей (или частот видимой части спектра, черный — их поглощение).

Прозрачность — отсутствие поглощения или отражения. Но какой из существующих формул можно охарактеризовать прозрачность воды различного солевого состава, разных видов стекла и специальных пластмасс?

В рамках существующих теорий подобных формул вообще нет. И даже дело не в математическом формализме. Нет подходящего объяснения.

Согласно предложенной концепции, отражение и поглощение квантов носит экстремальный характер (рис. 2.5).

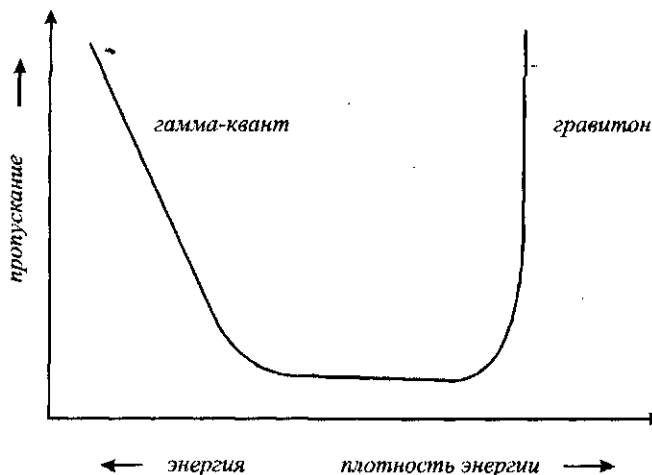


Рис. 2.5. Зависимость пропускания веществом квантов в зависимости от характеристики шкалы электромагнитных волн.

Видимую часть спектра мы ощущаем ежедневно. Ультрафиолетовый свет поглощается избирательно. Рентгеновские лучи отражают характеристику среды (кристаллов), на этом эффекте собственно и построена дифрактометрия. Вместе с тем как высокочастотные γ -кванты, так и низкочастотные гравитоны в малой степени поглощаются веществом. Таким образом, квант, обладающий высокой энергией, обладает высокой прони-

кающей способностью. На другом конце шкалы электромагнитных волн находятся гравитоны, обладающие очень низкой энергетической насыщенностью, но огромной удельной плотностью энергии. Последний параметр еще более, чем первый, значим для поглощения или проницаемости. Из-за столь огромной удельной энергии гравитоны практически не могут быть задержаны веществом, чем и обуславливаются трудности их экспериментального обнаружения.

§ 2.11. Квант и постоянная Планка

Понимание физического смысла постоянной Планка может оказать существенную помощь в развитии наших суждений. Постоянная Планка — это минимальная энергия или сгусток энергии, способный быть зафиксированным в пространстве в конечное (минимальное) время. В такой формулировке анализ этой величины представляет огромный интерес:

$$h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}.$$

Предположим, в пространстве перемещается очень небольшой сгусток (гравитон), энергия которого меньше $6,626 \cdot 10^{-34}$ Дж. Она может быть равна $6,626 \cdot 10^{-37}$ или $6,626 \cdot 10^{-43}$ Дж и т. д. В этом случае фиксация в пространстве этой энергии длится в первом случае 10^{-3} секунды, а во втором — 10^{-9} секунды. Но что означает столь длительное перемещение энергии в пространстве? Если бы могли наблюдать эту энергию, в первом случае мы бы увидели луч (или молнию) длиной 30 миллионов километров, во втором — много длиннее.

Формальный математический аппарат как будто подтверждает нашу гипотезу:

$$\lambda = \frac{h}{mc} \quad (2.94)$$

и

$$h = \frac{mc}{\lambda} = \frac{p}{\lambda}, \quad (2.95)$$

т. е. постоянная Планка есть импульс, отнесенный к его продолжительности.

В аналогии постоянная Планка — это энергия молнии. Чем короче молния, тем она толще или энергетически насыщеннее. Однако закон Планка гласит, что энергия, перемещенная молнией, всегда постоянна.

Наш сгусток энергии или «молния» по существу является энергетическим жгутом, имеющим все характеристики кванта, в том числе и объем, определяемый амплитудой и длиной волны:

$$A = \frac{mc \cdot 1,636 \cdot 10^{-65}}{h} \text{ м.} \quad (2.96)$$

По аналогии с радиусом электрона

$$r_e = \pi/mc \quad (2.97)$$

мы можем записать

$$\lambda = 2\pi r_e = h/m_e c. \quad (2.98)$$

Физический смысл этого выражения заключается в том, что как только непрерывно уменьшаемая длина энергетического шнура станет равной окружности электрона, она схлопывается и замыкается на себя. Из сгустка энергии произойдет образование электрона. Насыщение энергетического шнура энергией или увеличение его амплитуды и частоты неизбежно приведет к рождению электронов. Аналогичным образом рождаются все элементарные частицы, а также протон и нейтрон:

$$\lambda = 2\pi r_\pi = h/m_\pi c, \quad (2.99)$$

$$\lambda = 2\pi r_n = h/m_n c. \quad (2.100)$$

Рождение элементарных частиц означает переход некоторого барьера. До определенного предела сгусток энергии ранее мог перемещаться только со световой скоростью. Насыщение его энергией приводит к тому, что он способен трансформироваться в частицу, способную существовать и в досветовых скоростях.

Теория или идея «схлопывания» уже в который раз вносит диссонанс в шкалу электромагнитных волн. Энергетическая насыщенность элементарного кванта Планка приводит к тому, что сгусток энергии оконтуривается и приобретает очертания, свойственные фотону, так диаметр γ -кванта

$$\lambda_\gamma = 2\pi r_\gamma = h/m_\gamma c, \quad (2.101)$$

а рентгеновского излучения

$$\lambda_x = 2\pi r_x = h/m_x c. \quad (2.102)$$

Существование во времени минимального сгустка энергии ставит перед нами по крайней мере три вопроса:

- является ли этот сгусток энергии универсальным квантом, из которого собственно и состоят все фотоны?
- сохраняют ли фотоны в пространстве свою индивидуальность, являясь геометрическим местом точек или струн, либо при определенных условиях эти «кирпичики» могут объединяться друг с другом, образуя единую структуру (непрерывное поле)?

- возможно ли существование энергетического барьера, разделяющего спектр электромагнитных волн на две группы, одна из которых характеризуется существованием индивидуальных высокоэнергетических корпускул, другая — размытостью границ и отсутствием разрыва между фотонами, по крайней мере в направлении их движения?
- характеризует ли постоянная Планка сгусток энергии, или только один условный виток его спирали, т. е. расстояние между двумя амплитудами (длина волны)?

По-видимому, у нас просто не хватает знаний, чтобы уверенно ответить на все вопросы, тем не менее, начав с первого и последнего, мы с той или иной степенью уверенности в состоянии утверждать, что постоянная Планка в действительности характеризует существование во времени минимального кванта энергии.

Второй закон оптики позволяет верить в то, что каждый световой фотон локализован в пространстве и связан с остальными балансом сил притяжения и отталкивания²⁴. Этот баланс предусматривает сохранение определенного (весьма значительного в сравнении с размерами фотона) расстояния между индивидуальными корпускулами, что и определяет возможность свободного проникновения одного светового луча через другой. То есть в диапазоне видимой части спектра фотоны или корпускулы вполне индивидуальны. Их перемещение в пространстве напоминает подъем группы пузырьков воздуха в воде. Переход к микроволнам или радиочастотам, а затем гравитонам, возможно, нарушает принцип прерывистости, по крайней мере, в продольном направлении (в сторону движения). Если высокоэнергетические кванты в силу некоторых условий или действия сил, идентичных по смыслу поверхностному натяжению, сохраняют свою индивидуальность, то при переходе к низкоэнергетическим квантам эти силы слабеют пропорционально снижению их энергии.

С одной стороны, квант теряет свои очертания и вместо пузырька превращается в некоторое подобие витка спирали или червя с не очень четко очерченным телом. Возможно, в направлении перемещения эти черви вообще объединяются в единый «поезд», где между квантами, как между вагонами, существует энергетическая сцепка, и тогда радиоволна становится сколь угодно длинной. Причем ее длина зависит только от условий генерирования.

Можно высказать и другую гипотезу — постоянная Планка характеризует индивидуальность кванта до потери гравитона. Каждый последующий момент времени при перемещении в пространстве квант теряет

²⁴ Силы отталкивания, вероятно, чуть-чуть пресвалируют над силами притяжения.

по крайней мере один гравитон, и следовательно все его характеристики меняются.

Гравитоны, являясь конечным продуктом трансформации квантов, с одной стороны, представляют собой струны практически бесконечной протяженности. В реальности из-за вырождения индивидуальности или минимизации сил поверхностного натяжения гравитон в той или иной степени «размазан» в поперечном направлении, т. е. представляет собой не очерченную сверхтонкую струну, о которой свидетельствуют расчеты, а довольно «толстое» туманно-образное тело, диаметр которого мы не в состоянии определить (возможно, это десятки и сотни километров). Мы только, пользуясь логикой, утверждаем, что это тело имеет относительное уплотнение ближе к центру, однако это изменение плотности опять же характерно для отдельно существующего гипотетического гравитона.

Вблизи любого источника массы гравитоны взаимодействуют друг с другом, образуя единое гравитационное поле, в котором практически невозможно вычленить отдельный гравитон. И мы, может быть, вопреки нашему желанию, погружаемся в мир геометрии или метрики пространства, описываемого общей теорией относительности.

§ 2.12. Квант и неопределенность

Электромагнитные волны ведут себя очень странно: они отнюдь не похожи на волны. На высоких частотах они гораздо больше смахивают на частицы.

Р. Фейнман

Неопределенность времени, так же как и неопределенность положения, связана с волновой природой вещества.

Р. Фейнман

Совместный анализ обоих высказываний Ричарда Фейнмана приводит нас к тому, что, по крайней мере качественно, частицы с высокой частотой колебаний обладают другой «неопределенностью» в сравнении с низкоэнергетическими электромагнитными волнами или частицами. Запишем оба уравнения неопределенности:

$$\Delta X = \frac{h}{\Delta p}, \quad (2.103)$$

где ΔX — ошибка в измерении положения частицы (кванта); Δp — ошибка в измерении импульса;

$$\Delta t = \frac{h}{\Delta E}, \quad (2.104)$$

ΔE — ошибка в измерении энергии.

Полагая, что обе величины обязаны изменяться на всем протяжении электромагнитного спектра, продифференцируем их. Тогда:

$$dx = \frac{h}{dp}, \quad (2.105)$$

$$dt = \frac{h}{dE}. \quad (2.106)$$

Эта гипотеза во многих аспектах представляется нам весьма перспективной. То есть для конкретного кванта в промежутке между излучениями гравитонов действительно соотношение:

$$\Delta A = \frac{h}{2\Delta p}.$$

В другом выражении

$$\Delta A (m_1 - m_2) = \frac{h}{c}.$$

Или в цилиндре, в который помещена условная масса кванта, она не является стабильной величиной и меняет свою конфигурацию. Это соответствует действительности, поскольку внутри цилиндра квант перемещается по спирали.

Справедливость уравнения (2.106) не вызывает у нас сомнения — постоянная Планка — величина, характеризующая взаимосвязь выделения минимальной порции энергии со временем. Чем меньше энергия (гравитон), тем больше времени требуется для его рождения.

Время рождения гравитона

$$dt = \frac{6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}}{10^{-52} \text{ Дж}} \approx 6,63 \cdot 10^{18} \text{ с}.$$

В табл. 2.4 приведены энергетические характеристики квантов и время их образования.

Таблица 2.4

Энергетические характеристики квантов и время их образования

Параметр кванта	Квант				
	Электрон	γ -квант	Видимый свет (зеленый)	Сверхдлинная волна	Гравитон
U, Дж	$11,66 \cdot 10^{-14}$	$19,68 \cdot 10^{-13}$	$3,73 \cdot 10^{-19}$	$19,8 \cdot 10^{-30}$	$\sim 10^{-52}$
t, с	$0,57 \cdot 10^{-20}$	$0,33 \cdot 10^{-21}$	$1,78 \cdot 10^{-15}$	$0,33 \cdot 10^{-4}$	$\sim 6,63 \cdot 10^{18}$

Во всяком случае, эти результаты представляются вполне правдоподобными. И, если приведенные расчеты имеют смысл (существенная ошибка здесь невозможна), то мы сталкиваемся с группой парадоксов, на часть из которых достаточно трудно ответить.

1. В формуле (2.105) мы встречаемся с одним из параметров, характеризующим протяженность кванта. На наш взгляд, это ни в коем случае не длина элементарного цилиндра, в котором перемещается квант до потери гравитона, x — по смыслу тождественен его диаметру $x = 2r = 2A$.

И высокоэнергетические фотоны должны или, по крайней мере, могут рождать гравитоны высоких энергий. Различие в энергетической насыщенности различных групп фотонов представляется весьма интересным.

2. Один год = 31 556 925 975 с или приблизительно $3,1 \cdot 10^7$ с. Возраст гравитона составляет примерно $3,15 \cdot 10^{11}$ лет или чуть более 300 миллиардов лет. Следовательно, в нашей Вселенной, возможно, нет ни одного порожденного ей гравитона. Все они еще находятся в процессе своего рождения, либо проникли извне.
3. Само по себе это не так страшно. Но все тела в пространстве вращаются вокруг чего-нибудь и очень часто вокруг себя. Тогда гравитоны, если они имеют фиксацию в источнике гравитационного излучения, должны охватывать или окутывать его коконом. В такой картине усредненный хаос гравитационного поля неизбежен. Оно состоит из бесконечного разнообразия гравитационных полей.
4. Возможна и другая версия — рождение веществом не столь уж большого, а единичного числа гравитонов, но «красное смещение», как будто, опровергает эту гипотезу.
5. Был ли так уж не прав А. Эйнштейн с его гениальной интуицией, когда рассуждал о метрике пространства? Если гравитон — есть нечто, напоминающее быстрорастущий волос, дерево или лиану, причем увеличивающий длину со скоростью света, то в состоянии ли живое существо (человек) определить, что из себя представляет пространство без леса, тем более, если это не лес, а джунгли, и, кроме них, вокруг ничего нет?

Мы можем представить себе гравитацию как рост (удлинение) одного единственного гравитона или группы гравитонов, причем излучение гравитонов, как и фотонов, непременно должно быть вектором.

В этой теории может быть одна фантастическая деталь. Если фотон векторно теряет один или несколько гравитонов в одном направлении, то может возникать нечто вроде реактивной тяги²⁵ и движение фотона есть аналог полета ракеты, непрерывно расходующей топливо. При всей фантастичности версии она имеет право на существование, в особенности, если считать, что гравитон подобно следу реактивного самолета со временем рассосется или поглотится скалярным гравитационным полем.

Мы можем придумать множество самых разнообразных аналогий для характеристики протяженного гравитона. И, возможно, одной из самых емких будет «мировые линии».

Наделение гравитона протяженностью во времени и пространстве и наполнение его материальным содержимым приводит к пониманию того, что пространство представляет собой поле неизвестной структуры, в какой-то мере напоминающей то ли клубок ниток (при наличии центра массы), то ли дикобраза. Гравитационные линии зримые или, возможно, адаптированные полем можно было бы ощущать, если бы они были окрашены подобно лазерным лучам.

Но при всем многообразии гипотез, которые только начинают разрабатываться, самой важной характеристикой для человечества является протяженность во времени и пространстве. Ибо только она способна возродить идеи фантастов о том или ином способе общения настоящего с прошлым. В последующем мы покажем, что, по крайней мере гипотетически, подобный подход возможен.

§ 2.13. Красное смещение

Интерпретация красного смещения как космологического эффекта Доплера окончательно установилась в мнении большинства астрономов после сообщения Э. Хаббла в 1929 г. о «приблизительном линейном соотношении между скоростями и расстояниями». Эта интерпретация пережила десятилетия и действует поныне.

С. Вейнберг

Нескончаемая дискуссия о красном смещении насчитывает много десятилетий и, возможно, является ключевой к нашему пониманию взаимодействия излучения с полем.

²⁵ Скорость фотона и гравитона остается неизменной.

Традиционная интерпретация красного смещения породила по крайней мере два очень важных направления современной науки:

- идею расширяющейся Вселенной;
- возможность определения расстояния до различных космических объектов.

Не касаясь деталей традиционного толкования явления, рассмотрим некоторые другие возможности. Сразу же заметим, что изложенные аргументы базируются на идее «светового трения». В принципе эта идея не отличается новизной. Еще в 1744 г. Де Шезо и в 1826 г. Г. Ольберс постулировали существование межзвездной среды, поглощающей свет очень далеких звезд [32].

Для нас важна не мотивация авторов, а идея взаимодействия света со средой, которой уже больше 250 лет. К сожалению, она, как это часто бывает, полностью нивелирована доминантной идеей — существованием релятивистского эффекта Доплера. Вероятно, помимо чисто психологических мотиваций, человечеству очень хотелось верить именно в эффект Доплера, благодаря которому появилась возможность определять расстояние до звезд. Побочным явлением явилась идея расширяющейся Вселенной. В 1894 г. В. А. Михельсон четко сформулировал идею светового трения, оставшуюся незамеченной.

«Немецкий математик Герман Вейль обнаружил в 1923 г., что, с точки зрения наблюдателя, длина волны, излучаемой пробной частицей, смещается в красную сторону спектра на величину $\Delta\lambda$, так что

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = k\tau. \quad (2.107)$$

Здесь τ — расстояние от наблюдателя до источника света, k — некоторая постоянная величина. Это была одна из многих попыток сопоставить обнаруженное тогда красное смещение в спектрах галактик с теоретическими космологическими моделями» [33].

Не было никаких сомнений, что переменной величиной является радиус, и Вейль, выдающийся математик, даже не стал дифференцировать уравнение. Для него было очевидно, что

$$\ln \frac{\lambda}{\lambda_0} = k(\tau - \tau_0). \quad (2.108)$$

Уравнение Вейля в принципе отличается от эффекта Доплера, записываемого как:

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{v}{c}, \quad (2.109)$$

где v — радиальная составляющая скорости (v , когда объект движется от наблюдателя).

Леон Бриллюэн, слушавший лекции Пуанкаре, сформулировал некоторые проблемы, вытекающие из анализа теории относительности. В частности, он писал:

«Атом, покоящийся в точке А, испускает фотон $h\nu_0$, идентичный фотону, испускаемому таким же атомом, покоящимся на бесконечности. При наблюдении этого фотона на бесконечном расстоянии, в точке В, можно заметить, что он «нечувствителен» к упругим силам, хотя масса фотона μ в состоянии движения делает его «чувствительным» к гравитационному полю:

$$mc^2 = h\nu. \quad (2.110)$$

Двигаясь в гравитационном поле от А до В, фотон теряет энергию и массу, а его частота уменьшается. Пусть при перемещении $dr > 0$ изменение потенциала $d\Phi > 0$; тогда

$$d(h\nu) = -\mu d\Phi = -\frac{h\nu}{c^2} d\Phi$$

или

$$\frac{dv}{v} = -\frac{d\Phi}{c^2}, \quad (2.111)$$

где мы полагаем $c = \text{const}$, несмотря на изменение силы тяжести.

Мы можем принять, что в большинстве практических случаев увеличение потенциала от А до В является малой величиной, и записать:

$$\frac{dv}{v} = \frac{\Phi_a}{c^2}, \quad \Phi_a < 0. \quad (2.112)$$

Частота фотона уменьшается (красное смещение), и формулы (2.111) или (2.112) соответствуют предсказанию Эйнштейна [34].

Уравнение (2.112) в записи Л. Бриллюэна удивительно. Вместо того чтобы записывать его в таком виде, достаточно продифференцировать уравнение (2.111). Получим:

$$\ln \frac{v_0}{v} = k(\Phi_1 - \Phi_0), \quad (2.113)$$

т. е. уравнения (2.108) и (2.113) созвучны между собой. Иными словами, изменение характеристик фотона (длины волны или частоты) пропорционально расстоянию или изменению потенциала. Расстояние и есть потен-

циал, воздействующий на фотон. Но при постоянстве скорости перемещения потенциалом может быть и время.

Попутно заметим, что в трактовке Л. Бриллюэна движущийся фотон обладает массой. Далее он пишет:

«Фотон и гравитоны не заряжены и реагируют только на изменения гравитационного потенциала. Заметим, что первоначальный анализ этого вопроса Эйнштейном, который рассматривал свободно падающие часы, не учитывая проблемы приведения их в состояние покоя, является неполным.

Эксперименты Паунда и Снайдера, использовавших эффект Мессбауэра, обычно рассматривались как подтверждение предсказания Эйнштейна. Объяснение же, данное в предыдущем параграфе, весьма отлично от теории Эйнштейна...

В такой модели [преимущественно инерциальной системе координат] частота изменяется при движении фотона в гравитационном поле. Можно удивиться такому заключению и спросить, каким образом это может происходить? Откровенно признаемся, что мы не знаем, как это объяснить. У нас нет модели для такого эффекта» [35].

Л. Бриллюэн не мог ответить на вопрос, отчего изменяется характеристика фотона при движении в гравитационном поле. Вместе с тем, продолжая комментировать его идеи, заметим, что если Φ некоторый относительно (статистически) постоянный потенциал, действующий на фотон в процессе его движения, то можно в идеале найти математическое выражение этого влияния. Здесь можно провести множество аналогий с известными процессами. Например, фотон «трется» о «нечто», либо, подобно ракете, постоянно теряет массу.

Еще на заре канонизации эффекта Доплера критика его иногда была вполне обоснованной. В. Г. Юлиус — один из наиболее оригинальных исследователей физики Солнца — объяснил, почему красное смещение, наблюдаемое в центре солнечного диска, отличается от красного смещения вблизи его края.

Асимметричное уширение линий объясняется молекулярным рассеянием и (главным образом) аномальной рефракцией в неодинаковых по своим свойствам слоях газа. Попытку приписать их появление эффекту Доплера Юлиус считал несостоятельной, полагая, что из-за большого преломления вблизи линии поглощения вещества аномальная рефракция должна так же ограничивать испускательную способность, как и молекулярное рассеяние. По существу он сводил наблюдаемое явление к интенсивности взаимодействия света с газообразной средой, полагая, что сдвига, требуемого теорией относительности, не существует [36]. В конкретной ситуации ученый был совершенно прав. Теплые слова, сказанные Эйнштейном вскоре после смерти В. Г. Юлиуса, также достойны всяческого уважения.

Классическую точку зрения очень точно охарактеризовал В. Л. Гинзбург:

«Делались попытки объяснить красное смещение каким-либо способом, отличным от его интерпретации как эффекта Доплера. Что будет, например, если свет во время своего путешествия по беспредельным просторам Вселенной изменяет свою частоту (часто говорят об этом гипотетическом процессе как о «старении» фотонов — частиц, из которых, согласно квантовым представлениям, состоит свет)? Такая возможность детально обследовалась и было установлено, что ни один, известный в физике, эффект (кроме, конечно, доплер-эффекта) не может привести к наблюдаемому смещению спектральных линий» [37].

Эта точка зрения доминантна в современной науке. Сказанное вовсе не означает, что она верна. М. Хенон полностью повторяет В. Л. Гинзбурга [38].

Но в этой устоявшейся идее есть один очень интересный нюанс, приведенный в книге А. М. Черепашука и А. Д. Чернина:

«Стоит напомнить, что измерения скоростей и закон Хаббла основаны на измерениях красного смещения в спектрах галактик. Переход от спектров к скоростям предполагает объяснение красного смещения эффектом Доплера. Суть его в том, что длина волны регистрируемого излучения изменяется при относительном движении источника и приемника. В частности, длина волны растет (а свет «краснеет»), когда расстояние между источником и приемником возрастает со временем.

Хаббл следовал доплеровскому толкованию красного смещения в своих первых публикациях и ясно говорил о движениях галактик, их скоростях и т. п. Но позже он был склонен понимать красное смещение как некий совсем особый феномен природы — «космическое старение света». Для такого феномена нет никаких оснований в физике.

Хаббл, случалось, испытывал колебания, иногда был, кажется, готов согласиться со всеми, но потом возвращался к прежнему и снова стоял на своем. Как предполагали его коллеги, именно из-за этой своей нетвердой позиции Хаббл остался без Нобелевской премии.

А в том, что само по себе его открытие — это откровение «нобелевского» ранга, никто из космологов, конечно, не сомневался и не сомневается» [39].

Гениальная интуиция, сомнения истинного ученого и отказ от соглашательства стоили Э. Хабблу Нобелевской премии.

Авторы цитированной статьи так же отвергают идею старения, чуть позже констатируя, что «хаббловским потоком управляет космологический вакуум» [40]. Что подразумевают авторы под словом «управляет», остается тайной.

По-видимому, гипотеза о физическом или космологическом вакууме в настоящее время не встречает особых возражений. То есть вакуум является материальной средой со всеми вытекающими отсюда последствиями. Тогда элементарная логика требует того, что, перемещаясь в этой среде, фотоны теряют часть энергии и краснеют. Эта, казалось бы, очевидная мысль время от времени приходит в голову отдельным ученым или коллективам авторов. Вряд ли сегодня официальная наука готова отступить от своей трактовки «красного смещения», но, по-видимому, это только вопрос времени.

Отказ от примитивной трактовки красного смещения автоматически губит модель расширяющейся Вселенной, на смену которой должна прийти некая новая идея, например, пульсирующей или стационарной Вселенной.

Мир вряд ли готов к такой внезапной трансформации своих взглядов. Цитируем В. Л. Гинзбурга:

«Более рафинированная атака на нестационарную космологию была начата в 1948 г. Допустим, что далекие галактики действительно удаляются, но значит ли это, что их число в каком-то заданном объеме уменьшается или, другими словами, что уменьшается со временем средняя плотность вещества во Вселенной?»

Казалось бы, такой вывод неизбежен, но это не так, если взамен вещества, уходящего из данного объема в силу расширения, все время «рождается» новое вещество. Откуда «рождается», каким образом? Вопросы законные, но отсутствие ответа на них еще не опровергает саму гипотезу. И действительно, она была выдвинута и отстаивалась до последнего времени в качестве одной из космологических возможностей. При этом предполагалось, что вещество рождается как раз в таком количестве, что Вселенная, несмотря на расширение, остается стационарной, т. е. ее средняя плотность не меняется во времени.

Автор настоящей статьи, как и большинство других физиков и астрономов, всегда относился к стационарной космологической модели, в которой допускается «рождение» вещества, резко отрицательно» [41].

Последующие взгляды В. Л. Гинзбурга на идеи сохранения плотности Вселенной не выдерживают никакой критики.

Помимо эмоционального плана, у нас нет никаких аргументов для отказа от рассмотрения возможности торможения фотона межзвездной средой. При этом должны быть рассмотрены следующие гипотезы:

- торможение производится эфиром неизвестного происхождения;
- торможение осуществляется гравитационным полем;
- торможение осуществляется полем реликтового излучения;
- торможение осуществляется вакуумом или естественным охлаждением фотона.

Против первой концепции нет никаких возражений. Ни доказать, ни опровергнуть гипотезу из-за отсутствия информации в настоящее время невозможно.

Вторая гипотеза рассмотрена в работах В. А. Феофанова и автора этих строк. Против нее может быть одно существенное возражение — неизотропность гравитационных полей, из которых вовсе не вытекает идея предельной и одинаковой скорости света. Идея реликтового поля более привлекательна, однако вопрос об изотропности поля, создаваемого реликтовым излучением, остается открытым. Фотон может «тормозиться» вакуумом за счет его естественного охлаждения, теряя гравитоны с температурой $T \approx 10^{-29}$ К [42]. Возможно, и эта идея кому-то покажется привлекательной.

В. А. Ацюковский, анализируя закон красного смещения, получил:

$$\left\langle E = E_0 e^{\frac{-Ht}{c}} = E_0 e^{-10^{26} L/c} = E_0 e^{-10^{10} t}, \right. \quad (2.114)$$

где расстояние L измеряется в метрах, а время t — в годах.

Таким образом, получается естественный экспоненциальный закон убывания энергии фотона, что можно считать не результатом «разбегания Вселенной», как это сейчас принято, а результатом вязкости эфира, в котором проходит фотон. Время, за которое длина волны фотона увеличивается вдвое, определяется из соотношения

$$\frac{\lambda_2}{\lambda_0} = \frac{E_0}{E_2} = e^{1/3,3 \cdot 10^{17}} = 2, \quad (2.115)$$

откуда

$$\tau = 3,3 \cdot 10^{17} \ln 2 = 2,31 \cdot 10^{17} \text{ с} = 7 \cdot 10^9 \text{ лет} \quad [43]. \quad (2.116)$$

Здесь интересна сама идея экспоненциального убывания энергии кванта.

В. А. Феофанов и автор этих строк, пользуясь другими предпосылками, пришли к идентичным выводам [44–46]. Сам по себе факт независимого тождественного осмысления одного и того же явления вряд ли является случайным.

В недавних экспериментах по охлаждению и пленению атомов двухуровневый атом направляли навстречу квазимонохроматическому лазерному пучку. В системе координат движущегося атома свет имел смещенную частоту, которую авторы называли доплеровской [47]. Очевидно, что ничего общего с традиционным взглядом эффект не имеет, а изменение частоты фотона происходит только за счет его взаимодействия с атомом.

Обнаружение эффекта «трения» или взаимодействия фотона с полем, которое мы вряд ли в состоянии при настоящем уровне знаний полностью

охарактеризовать, в принципе не означает отказ от доплеровского эффекта. Специальная теория относительности в рамках развиваемых суждений мирно уживается с новыми взглядами и дает прекрасное согласование с экспериментом. В самом деле, новая теория предусматривает только «красное смещение». Фотон со временем всегда стареет. Длина волны его растет, а частота падает. Вместе с тем наблюдения показали, что существуют объекты, свет от которых характеризуется «фиолетовым смещением».

Идеи Г. Рейхенбаха способствовали становлению наших воззрений:

«Эффект Доплера был известен также и в классической теории времени, которая, однако, не включала замедления часов. Замедление часов в гравитационном поле должно, следовательно, возникать, если верен принцип эквивалентности, безотносительно к тому, существует ли эйнштейново замедление часов для равномерного движения. Последний эффект обнаруживает себя только в количественных расчетах замедления часов в гравитационном поле, где он проявляется как небольшой корректирующий коэффициент.

Последний результат обусловлен тем фактом, что эффект Доплера может быть рассчитан как суперпозиция двух эффектов, а именно: классического эффекта Доплера и эйнштейнова замедления часов. И наоборот, из этого результата мы можем установить, что эйнштейново замедление часов при равномерном движении не имеет ничего общего с эффектом Доплера.

Искавление света и замедление часов являются непосредственными следствиями принципа эквивалентности, они ясно демонстрируют гипотетический характер этого принципа, поскольку представляют собой эмпирически подтверждаемые явления» [48].

Идея о возможной суперпозиции двух эффектов оказалась на удивление продуктивной.

Теория «трения фотона об эфир» исключает возможность простого и однозначного толкования наблюдений. Эффект Доплера утверждает нас в мысли, что если Земля не является «тупом мира», то количество звездных объектов, приближающихся к ней и удаляющихся от нее, будет примерно одинаково (независимо от модели расширяющейся или сужающейся Вселенной)²⁶.

Тогда

$$\Delta\lambda_n = \Delta\lambda_1 + |\Delta\lambda_2|,$$

где $\Delta\lambda_n$ — наблюдаемое смещение;

$\Delta\lambda_1$ — смещение, внесенное эффектом диссипации;

$\Delta\lambda_2$ — смещение, вызванное эффектом Доплера.

²⁶ Здесь принято, что скорости звездных объектов различны.

В принципе оно может быть и красным, и фиолетовым. Среди объектов статистически будет преобладать красное смещение. Но только при учете двух эффектов, хотя не исключается факт фиолетового смещения. Наблюдения как будто свидетельствуют в пользу высказанной гипотезы.

«Исследование спектров других галактик (продолжительное время их называли «внегалактическими туманностями») начал еще в 1912 г. американский астроном Вестон Слайфер (1875–1969). До 1923 г. уже было известно, что в 36 из 41 объекта линии в спектрах смещены в красную сторону ($\Delta\lambda > 0$), что должно было бы свидетельствовать о движении этих объектов от нашей Галактики» [49].

Следует полагать, что остальные 5 объектов либо «стоят на месте», либо движутся в направлении нашей Галактики. В свете доминантной теории расширяющейся Вселенной наблюдения не вписывались в канон, а точнее, отвергали его.

С. Вейнберг пригодит данные, представляющие несомненный интерес:

«В 1922 г. Слайфер подытожил данные для сорока одной спиральной туманности, причем тридцать шесть из них имели линии поглощения, сдвинутые в красную сторону на величины до $z \approx 0,006$, и только у пяти, самая большая из которых — туманность Андромеды, наблюдалось голубое смещение с $z \approx -0,001$.

С самого начала эти сдвиги частот объясняли эффектом Доплера, но при этом ожидали, что их можно приписать движению Солнечной системы, а не галактик. Преобладание красного смещения во всех частях неба делало это объяснение все более шатким, и к 1918 г. Виртц выдвинул предположение о том, что в дополнение к указанному движению Солнца имеется еще общее разбегание спиральных туманностей (названное «К-член») во всех направлениях от нас» [50].

Возникают два вопроса.

Почему фиолетовое (голубое) смещение наблюдается у столь незначительного числа объектов, и почему оно примерно в 6 раз менее выражено, чем красное?

Почему разбегание галактик происходит не по отношению к какому-то центру, а от небольшой планетной системы, находящейся на одном из ее периферийных рукавов?

Проще всего считать, что все наблюдаемые эффекты «смазываются» каким-то общим компенсирующим фактором, увеличивающим эффект покраснения в общей картине. В подтверждение высказанной точки зре-

ния о существовании двух эффектов сошлемся на фрагмент статьи, заимствованной нами из Интернета. Авторы, наблюдая за квазарами, пришли к важным выводам:

«В настоящее время официальная наука твердо придерживается общепринятой концепции, что Вселенная появилась 12–15 миллиардов лет назад в результате Большого Взрыва материи, которая находилась в чрезвычайно плотном и горячем состоянии. Затем материя расширялась, остывала, разделяясь на вещество и электромагнитное поле, формируя галактики, которые, как полагают, до сих пор продолжают разбегаться друг от друга.

Такая модель Вселенной основана на нестационарных решениях уравнений общей теории относительности Эйнштейна, полученных советским геофизиком и математиком Фридманом в начале 20-х, и концепции взрывного начала в динамике Вселенной, выдвинутой американским физиком Гамовым в конце 40-х годов XX века.

Объективными свойствами Вселенной, которые предположительно подтверждают эту модель, являются открытие красного смещения в спектрах излучения других галактик американским астрономом Хабблом в 1929 и космическое микроволновое фоновое излучение с температурой 2,7 К, открытое американскими радиоастрономами Вилсоном и Пансиасом в 1965 г. Считается, что распределение квазаров во Вселенной также подтверждает модель Большого Взрыва.

Первое открытие интерпретировалось учеными как результат удаления галактик друг от друга, а второе — как остаток электромагнитного излучения, которое возникло при первичном взрыве материи, а затем остыло до указанной температуры за время расширения Вселенной.

Вышеупомянутые свойства Вселенной не являются прямым доказательством ее расширения. Например, уменьшение частоты света может быть результатом как расширения Вселенной, так и диссипации энергии света при его распространении на большие расстояния, в то время как космическое микроволновое фоновое излучение может быть как остатком Большого Взрыва плотной материи, так и суммарным излучением всех звезд стационарной Вселенной с упомянутым затуханием энергии света.

В результате многих ошибок современная официальная космология, по мнению авторов, зашла в тупик» [51].

По существу в статье также ставится вопрос о суперпозиции двух эффектов и отвергается возможность использования красного смещения для определения расстояния до космических объектов. Не будем утомлять читателя дальнейшими аргументами.

Следствия «красного смещения» достаточно подробно обсуждались ранее. Здесь мы хотели бы акцентировать внимание на существовании фонового вакуумного (эфирного) поля²⁷, в результате соприкосновения с которым квант теряет часть энергии.

Предположим, что, в соответствии с высказанными идеями, квант все-таки тормозится межзвездной средой. Тогда на него действует сила сопротивления среды F . В свою очередь на преодоление этой силы квант прикладывает силу F_k . Точнее, эта сила не зависит от кванта, а определяется различным энергетическим содержанием среды и кванта. Квант либо стремится «всплыть» в среде, либо «утонуть» в ней. Во всех случаях

$$F_c = F_k.$$

Но $F_k = m_k a_k$, квант просто обязан преодолевать среду (вакуум) с ускорением. В то же время квант перемещается с постоянной скоростью, ускорение кванта уравнивается сопротивлением его движению.

²⁷ Для нас важен сам факт диссипации энергии, свидетельствующий о существовании поля, не принципиально какого.

Пространство-время

Природа пространства-времени не совсем такова, какой она нам «представляется», и в понимании ее мы пока не достигли ясности.

Р. Пенроуз

§ 3.1. Проблемы эфира

Прежде чем перейти к обсуждению предмета, мы просто обязаны задать вопрос себе или специалистам. Каким нам представляется пространство-время?

Вряд ли стоит оспаривать тот факт, что существенный интерес к проблеме пробудили работы Альберта Эйнштейна, в которых понятия пространство и эфир занимают должное место.

В. П. Визгин справедливо отражает ситуацию, возникшую после первых работ А. Эйнштейна [1]:

«Специальная теория относительности, особенно благодаря Эйнштейну, фактически отвергла понятие эфира. Отказ от концепции эфира связывался также с эйнштейновской концепцией квантов света как реальных структурных элементов излучения. Д. А. Гольдгаммер в уже цитировавшемся докладе 1910 г. говорил: «Возникает естественно вопрос, каким образом родилась идея о несуществовании эфира. Как это ни странно на первый взгляд, но эта идея имеет до некоторой степени как бы опытные основания» [2].

Спиралевидный характер процесса познания заставляет нас четко обозначить существующие тенденции. В. А. Абдоковский возвращает нас к истокам противоборствующих воззрений:

«Со времен Ньютона физика разделилась на две противоборствующие школы — картезианцев и ньютоновцев. Картезианцы предполагали обязательное наличие мировой среды — переносчика взаи-

модействий, ньютонианцы ее отрицали. Картезианцы всюду искали физический механизм явлений, они во многом ошибались в конкретных построениях, но твердо знали, что такой механизм есть у любого явления. Ньютонианцы же предполагали наличие у материальных объектов некоторых врожденных свойств, которые достаточно описать как некоторую феноменологию. Картезианцы допускали взаимодействие тел только при прямом соприкосновении, ньютонианцы допускали «*actio in distance*» — действие на расстоянии без какого бы то ни было промежуточного агента.

Эта борьба продолжается и сейчас. Сторонники теории относительности в философском плане являются последователями ньютонианцев» [3].

К моменту создания общей теории относительности и после ее становления А. Эйнштейном, его последователями и противниками неоднократно предпринимались попытки осмысления, чем все-таки является пространство. Эти попытки системно оканчивались катастрофой. Причиной тому было внутреннее противоречие, таившееся во взглядах самого Эйнштейна.

Нестабильность взглядов А. Эйнштейна подчеркивает желание совместить несовместимое — геометрию и материальный носитель гравитации.

Данный параграф ставит целью оконтурить концепцию единой теории поля и минимизировать интеллектуальный произвол при систематизации существующего массива наблюдений за явлениями природы, а также экспериментальных исследований и теоретических идей.

Волей-неволей автор вынужден оппонировать или, наоборот, привлекать в союзники идеи А. Эйнштейна. Происходит это по одной простой причине. Независимо от справедливости или неправоты обсуждаемых или выдвинутых им идей, глубина кругозора Эйнштейна и уровень понимания явлений природы так и остались вне досягаемости до настоящего времени.

Нам все равно, с какой идеи начать, возможно, следовало бы назвать данную попытку «Погружение в мир А. Эйнштейна». Начнем с простой и, казалось бы, банальной идеи: «*Вещество состоит из электрически заряженных частиц, и должно само рассматриваться как часть, и притом главная часть, электромагнитного поля*» [4].

Что означает понятие «главная часть электромагнитного поля»?

Существует два варианта уточнения понятия А. Эйнштейна:

- материя тождественна электромагнитному полю;
- материя состоит главным образом из электромагнитного поля с небольшой примесью гравитационного поля. Последнее высказывание очень симптоматично.

В 1919 г. А. Эйнштейн получил уравнение:

$$\mathfrak{T}_4^4 = 3/4 \rho \sqrt{\gamma}. \quad (3.1)$$

По его мнению, это равенство означало, «что три четверти энергии материи приходится на электромагнитное поле и одна четверть — на гравитационное поле» [5].

«Жесткость» математического формализма вряд ли удовлетворяла А. Эйнштейна. Поэтому его поздние высказывания носили более осторожный характер, и это было правильно.

Обратимся к его другому мнению:

«Теперь особенно живо волнует умы проблема единой природы гравитационного и электромагнитного полей. Мысль, стремящаяся к единству теории, не может примириться с существованием двух полей, по своей природе совершенно независимых друг от друга. Поэтому делаются попытки построить такую математически единую теорию поля, в которой гравитационное и электромагнитное поля рассматриваются лишь как различные компоненты одного и того же единого поля, причем его уравнения, по возможности, уже не состоят из логически независимых друг от друга членов» [6]²⁸.

Объединение первого и второго высказываний рождает идею: «Источником гравитационного поля является плотность электромагнитного поля». И эта мысль, основанная на ранних работах А. Эйнштейна, дает основания считать, что электромагнитное поле или его плотность порождение гравитационное. Эта идея вне зависимости от правильности очень пригодится нам в дальнейшем.

Для того чтобы избежать путаницы в определениях, введем четкие обозначения объектов, которые нам предстоит рассмотреть.

Вещество — любой объект, состоящий из системы частиц, движущийся в пространстве с досветовой скоростью или пребывающий в состоянии покоя. Вещество обладает плотностью ρ_1 .

Фотон — сгусток электромагнитного поля, перемещающийся в пространстве со световой скоростью. Плотность фотона ρ_2 .

Элементарная частица — сгусток электромагнитного поля [7], перемещающийся в пространстве с досветовой скоростью (она же — сингулярность²⁹ электромагнитного поля). Плотность элементарной частицы ρ_3 .

²⁸ Гениальная фраза. Поле одно, но компоненты разнятся. Здесь чувствуется неопределенность воззрений А. Эйнштейна, еще не сумевшего для себя определить различия между полями.

²⁹ Ступение.

Гравитон — очень маленький (точнее минимальный) сгусток электромагнитного поля, перемещающийся в пространстве со скоростью света. О скорости гравитационных полей писал А. Эйнштейн [8].

Продолжим анализ воззрений Эйнштейна:

«В нашей современной картине мира существуют две совершенно различные по содержанию реальности, хотя и связанные между собой причинно, а именно гравитационный эфир и электромагнитное поле; их можно назвать пространством и материей» [9].

Заметим, что, в понимании А. Эйнштейна, гравитационный эфир и гравитационное поле — тождественны. И то и другое адекватно понятию пространства.

А. Эйнштейн находил и фиксировал принципиальную разницу между гравитационным и электромагнитным полями:

«Не может быть пространства, а также и части пространства без потенциалов тяготения; последние сообщают ему метрические свойства — без них оно вообще невысказуемо» [10].

На этой идее и построена общая теория относительности: тяготение (или потенциал тяготения) формирует метрику пространства, сообщая ему ту или иную аксиометрическую геометрию. Жестко разделив электромагнитные и гравитационные поля Эйнштейн, на наш взгляд, создал непроходимый барьер между реальностью и своим желанием объединения в одну общую картину этих полей [11].

С одной стороны, тождество электромагнитного поля с материей было очевидно и находилось в полном согласии с экспериментом. С другой стороны, даже если отбросить математический формализм, было ясно, что часть материи трансформируется в гравитационное поле, создавая метрику пространства. Но это было хорошо только для материи, движущейся с досветовой скоростью. В его понимании, при скорости света материя превращается в энергию, и правила меняются.

Кредо А. Эйнштейна в отношении метрики пространства выглядит следующим образом:

«Общая теория относительности наделяет пространство физическими свойствами; таким образом, в этом смысле эфир существует. Согласно общей теории относительности, пространство невысказуемо без эфира; действительно, в таком пространстве не только было бы невозможно распространение света, но не могли бы существовать масштабы и часы, и не было бы никаких пространственно-временных расстояний в физическом смысле слова. Однако этот эфир нельзя представить себе состоящим из проследживаемых во времени частей; таким свойством обладает только

весомая материя; точно так же к нему нельзя применять понятие движения» [12].

Здесь важная мысль — понятие поля, к которому мы еще вернемся.

«Эфир общей теории относительности [гравитационное поле] есть среда, сама по себе лишенная всех механических и кинематических свойств, но в то же время определяющая механические (и электромагнитные) процессы» [13]³⁰.

Следует обратить внимание на характеристику эфира. Придерживаясь волновой теории, Эйнштейн полагал, что эфир является переносчиком световых волн. Отождествив гравитационное поле с пространством и лишив его права называться материей, Эйнштейн создал нечто невообразимое — метрику, которая:

- не являлась массой и не обладала ею;
- не была электромагнитным полем;
- была лишена всех механических и кинематических свойств;
- определяла механические (и электромагнитные процессы), создавая кривизну.

Понятие «метрики» в этой связи выглядит по меньшей мере странно, ибо невозможно понять, что такое «кривизна» и каким образом передается воздействие в отсутствии материального носителя.

Если отбросить математическую вуаль и понятие «метрики», мы вернемся все к той же архаичной теории дальнего действия, когда невозможно четко ответить на вопрос, каким образом или за счет чего гравитационное поле (оно же пространство) воздействует на тела.

Сравнительно часто взгляды А. Эйнштейна претерпевали изменения. Однако они касались взаимоотношений пространства (эфира) и геометрии. В этом двучлене геометрия была константой, а пространство не вполне осязаемым фактором. В статье «Об эфире» А. Эйнштейн писал:

«Геометрия тел, как и динамика, становится обусловленной эфиром. Общая теория относительности устраняет еще один недостаток классической динамики: в последней инерция и тяжесть выглядят как совершенно различные, независимые одно от другого явления, хотя они обусловлены одной материальной постоянной — массой. Теория относительности преодолевает этот недостаток, устанавливая для динамического поведения электрически нейтральной материальной точки закон геодезической линии, в котором воздействия инерции и тяготения оказываются уже неотделимыми.

³⁰ Это высказывание не только парадоксально, но и неверно, с точки зрения нашего понимания процессов познания. Ничто не способно порождать нечто.

При этом она придает эфиру переменную от точки к точке метрику и определяющие динамическое поведение материальных точек свойства, которые в свою очередь определяются физическими факторами, а именно распределением масс или энергии. Таким образом, эфир общей теории относительности отличается от эфира классической механики или специальной теории относительности тем, что он не является «абсолютным», но определяется в смысле своих переменных в пространстве свойств распределения весомого вещества. Это определение является полным в том случае, если мир будет пространственно конечным и замкнутым» [14].

«Мы не можем в теоретической физике обойтись без эфира, т. е. континуума, наделенного физическими свойствами, ибо общая теория относительности, основных идей которой физики, вероятно, будут придерживаться всегда, исключает непосредственное дальное действие; каждая же теория близкого действия предполагает наличие непрерывных полей, а следовательно, существование «эфира» [15].

Теперь уже А. Эйнштейн твердо отказался от принципа дальнего действия. Эфир является материальным полем. Однако это было частным решением. Незадолго до смерти Эйнштейн вновь вернулся к мысли о различии в свойствах полей. Введя понятие «гравитационное поле с материальным носителем», мы уйдем от взглядов А. Эйнштейна и будем рассматривать иную ситуацию.

Как нам представляется, логика на нашей стороне. В одной из последних работ «Относительность и проблема пространства» Эйнштейн писал:

«Введя понятие поля в электродинамику, Максвелл успешно предсказал существование электромагнитных волн, принципиальное тождество которых со световыми волнами, уже ввиду равенства их скорости распространения, не вызывало сомнений» [16].

Мнение А. Эйнштейна о предсказании Максвелла не соответствует реальности.

Следуя его же логике и идентичности скоростей электромагнитных и гравитационных волн, следует признать их тождество со всеми вытекающими последствиями, в частности, наличием материального носителя, заполняющего пространство.

Очевидно, что признание материального носителя опрокидывает или опровергает первое эйнштейновское построение, ибо, по крайней мере, формально исчезает разница в понятиях «материя» и «пространство». Они становятся тождественными.

Трудно сказать, ощущал ли Эйнштейн противоречие или логическую несовместимость своих же идей. Он разделил понятия материи и про-

странства, и он же стремился слить их в единое целое³¹. Однако тождество понятий вовсе не отрицает, по крайней мере напрямую, идею метрики, тем более что кривизна движения луча света в точечном поле тяготения подтверждается экспериментально. Рассмотрим движение фотона в гравитационном поле, образованном точечными материальными носителями (гравитонами). Изучение проблемы движения фотона в материальном поле позволяет ответить на вопрос Э. Ласкера: «Почему скорость света конечна»? Ответ А. Эйнштейна был в высшей мере неубедителен [17].

Итак, фотон взаимодействует со средой, в которой он перемещается. Для полноты рассмотрения проблемы нам необходимо знать, по какой геодезической кривой совершается его движение и каков механизм сопротивления среды. В общем случае он может быть чисто механическим, либо в результате контакта фотона с гравитационным полем происходит трансформация одного из них (либо обоих).

Можно принять различные модели, описывающие движение фотона в пространстве. В классической трактовке он совершает колебательные движения, и со времен Гюйгенса это классика. Однако он не колеблется, а вращается.

Автор настоящей книги по аналогии с движением пузырька воздуха в воде полагает, что фотон движется по винтообразной линии [18].

Еще одним аргументом в пользу данной гипотезы является вращение векторов магнитного и электрического поля. Непонятно:

- а) почему фотон отдает предпочтение одной из плоскостей, а не пространству;
- б) почему фотон перемещается по синусоиде, являющейся разрезом винтовой линии, т. е. по плоскости, в то время как два взаимно перпендикулярных вектора магнитной и электрической составляющих вращаются вокруг направления излучения.

Возможно, последний аргумент еще более весом, чем две первых аналогии. И мы вправе оперировать проекцией винтовой линии, называя ее волной или псевдоволной, хотя на самом деле «пусток» электромагнитной энергии движется по спирали вокруг направления излучения. В то же время направление излучения есть геодезическая, положение которой в пространстве объясняется потенциалом тяготения. В свою очередь потенциал тяготения можно рассматривать как:

- а) потенциал точечной массы вещества (материи);
- б) потенциал вакуума (эфира) в отдалении от точечных масс вещества;
- в) их суперпозицию.

³¹ Отрицать вещественный характер электромагнитного поля было бы бессмысленно.

Но предположим, фотон перемещается в пространстве вдали от объектов, обладающих высокой плотностью или массой. Будем считать, что на него влияет только пространство. Прежде чем перейти к рассмотрению этого влияния, вновь обратимся к авторитету А. Эйнштейна.

Незадолго до смерти, «в 1954 г. он писал своему другу Бессо: „Я считаю вполне вероятным, что физика может и не основываться на концепции поля, т. е. на непрерывных структурах. Тогда ничего не останется от моего воздушного замка, включая теорию тяготения, как впрочем, и от всей современной физики“» [19]³².

Интуиция и мужество А. Эйнштейна поразительны. В сущности принцип квантования, примененный к гравитации, подтверждает его гениальную догадку.

Рассмотрение фотона в качестве полноправного элемента поля, на наш взгляд, существенно упрощает проблему и в какой-то мере ставит под сомнение правомерность концепции всей теории поля в общей теории относительности.

Однако вернемся к пространству. В понимании А. Эйнштейна, пространство — это производная тяготения — некий геометрический фактор, в котором все определяется кривизной. Причем кривизна не зависит от эфира, или какого-либо иного носителя. Она — суперпозиция плотности вещества, она определяет метрику или метрики римановых или псевдоримановых пространств³³. И в очень большом отдалении от масс вещества вырождается в «прямую», потому что пространство трансформируется в евклидово. И фотон в этом случае движется по прямой или очень близко к прямой.

Метрике категорически запрещено взаимодействовать с фотоном. Ее диктат основывается на магическом действе, она управляет, но неизвестно как или за счет чего. Если отбросить мишуру или вуаль метрики, мы вновь вернемся к теории дальнего действия Ньютона. Вопрос стоит так: обладает ли метрика материальным носителем (каким-либо полем), чтобы воздействовать на фотон или электрон, или любой достаточно небольшой ступок энергии?

По крайней мере дважды А. Эйнштейн писал, что гравитационные волны распространяются со скоростью света [8, 20] и переносят энергию, если они не кажущиеся.

По-видимому, сделать решающий шаг в понимании концепции поля ему еще мешал принцип, которого он придерживался до зрелых лет:

³² Второй закон оптики — или свободное пересечение световых потоков — заставляет усомниться в эйнштейновской концепции поля.

³³ Здесь трудно сказать, что первично. Кривизна определяет метрику или метрика определяется кривизной.

«Полное поле кажется состоящим из двух логически несвязанных частей гравитации и электромагнетизма»³⁴ [21].

Во-первых, следует отметить, что под «полным полем» А. Эйнштейн понимал систему уравнений в тензорной форме, отражающих взаимосвязь метрики и электромагнитного поля. И опять же следует отдать дань гениальной интуиции Эйнштейна, чувствующего единство и противоположность этих понятий.

Для того чтобы высказать какую-то гипотезу об этих понятиях, Эйнштейну необходимо было для себя четко определить понятие «полное поле» и его компоненты. Он не был готов к этому. С одной стороны, его завораживал блеск уравнений Максвелла. С другой стороны — психологический барьер, который он создал сам, только приступив к созданию общей теории относительности. А. Эйнштейн отделил и развел в разные топологические пространства понятия гравитации и электромагнетизма (электромагнитного поля). Первое было химерой, второе — энергией или веществом.

Придание гравитону осязаемости или возврат гравитационных полей в пространство позволяет рассматривать вопрос как о взаимодействии электромагнитных и гравитационных полей в целом, так и их отдельных компонентов, например, электромагнитное поле — гравитон или гравитационное поле — фотон.

Предположим, что такое взаимодействие существует, тогда фундамент общей теории относительности окажется сильно поврежденным, чтобы не сказать большего. Потребность «в метрике просто исчезнет».

Обратимся к мысли А. Эйнштейна, что *«всякая энергия сопротивляется изменению движения»³⁵ [22].* Возможно, сообразно своим воззрениям, Эйнштейн полагал, что энергии свойственна инерция, но мы можем рассматривать этот пассаж более широко и считать, что всякая энергия, воплощенная в поле, противится сохранению ее состояния. Следовательно, если в поле внести иное вещество (либо субстанцию из другого поля или вещества), то поле будет стремиться вытолкнуть из себя это инородное тело, воздействуя на него либо физически, либо механически.

Мы можем предположить, что поля между собой взаимодействуют физически, а поле с веществом механически. Отличие одного из вариантов классической точки зрения от понимания А. Эйнштейна принципиально. Эйнштейн полагал, что метрика пространства может определяться

³⁴ Это лишний раз подчеркивает, что Эйнштейн не мог прийти к какому-либо однозначному решению.

³⁵ В идеале это сопротивление можно выразить в виде формул. Эта мысль предопределяет ответ на вопрос Ласкера. Скорость света конечна потому, что он встречает постоянное сопротивление движению.

его энергетическими характеристиками, но из этой программой идеи ускользало понятие носителя. Поле могло отрываться от пространства и перемещаться в нем, но только по законам его геометрии.

Математический формализм и красота построений Эйнштейна в сочетании с фантастическим по убедительности стилем изложения была похожа на Медузу Горгону, и как-то заставила физиков забыть, как осуществляется их взаимодействие.

В новом построении океан гравитационной энергии существует как результат излучения всего вещества Вселенной. Плотность его невелика. Суперпозиция плотности вещества Вселенной или конфигурация ее масс позволяют гравитационному полю взаимодействовать с веществом, активно питающим его поле. Однако этот гравитационный океан в целом стабилен и, в отличие от эфира, не увлекается и не может быть увлечен веществом (звездой или планетой), и тем более небольшой массой. Он инертен в масштабах Вселенной и анизотропен.

§ 3.2. Поля

3.2.1. Фотоны

Попытки понимания или экспериментального определения понятия пространства (эфира, физического вакуума, гравитационного поля) предпринимались неоднократно. Хотя, на наш взгляд, с гораздо большим успехом можно было направить затраченные усилия на осмысление уже существующих явлений.

Высокоэнергетическая волна³⁶ (поток γ -квантов) обладает высокочастотными перемещениями. С увеличением длины волны частота колебаний³⁷ снижается по известному закону. В то же время амплитуда кванта

$$A \approx Gh\nu/c^4, \quad (3.2)$$

где G — гравитационная постоянная.

И отношение амплитуды к частоте колебаний есть величина постоянная и численно равная $0,545 \cdot 10^{-75} \text{ м} \cdot \text{с}$ [23]. То есть чем больше частота кванта, тем больше его амплитуда. Возникает вопрос, с какой стати кванту (или вещественному сгустку энергии) вести себя подобным образом?

С точки зрения логики и законов общей теории относительности, между двумя точками пространства квант должен перемещаться по геодезиче-

³⁶ Для простоты понимания автор прибегает к понятию «плоская волна», хотя отрицает ее существование.

³⁷ Точнее не колебаний, а отклонений от осевой линии.

ской, т. е. по кратчайшему расстоянию между ними в данном (римановом) пространстве. Причем энергетические характеристики кванта не влияют на геометрию и не зависят от нее. В то же время, перемещаясь в пространстве, квант совершает высокочастотные колебания, или в другом понимании его «лихорадит». Только с уменьшением его энергетических характеристик длина волны существенно увеличивается, а амплитуда снижается, и квант начинает вести себя более или менее «нормально». Он еще не движется по геодезической, определяемой геометрией (да и никогда не сможет двигаться), но перемещается по кривой, близкой к ней.

Попутно заметим, что в процессе движения квант не только по неизвестной причине нарушает принцип Ферма, но и, возможно, принцип энтропии. В системе квант — пространство в момент зарождения кванта без всякой видимой причины начинает резко нарастать энтропия, если снижение частоты можно охарактеризовать как ее увеличение.

Заметим, что концепция волны может быть принята чисто условно, главным образом в терминах, поскольку очевидно, что плотность пространства существенно (на много порядков) ниже плотности кванта (сгустка световой или электромагнитной энергии).

Повторяем вопрос, что заставляет сгусток электромагнитной энергии совершать в пространстве колебательные движения? Этот достаточно сложный вопрос начнем с мнения В. А. Ацюковского:

«Если вращающийся цилиндр или цилиндрический газовый вихрь омывается потоком газа, то на нем возникает градиент скоростей. С той стороны, где направления потоков противоположны, градиент скорости будет больше, чем на противоположной, где направления движения стенки цилиндра и потока совпадают, здесь градиент будет меньше. Соответственно падение давления на первой стороне окажется больше, а само давление меньше, чем на второй стороне.

Разность давлений создаст на поверхности цилиндра силу, направленную перпендикулярно набегающему потоку в сторону меньшего давления, т. е. в сторону наибольшей разности скоростей. Явление было открыто в 1852 г. немецким ученым Г. Г. Магнусом и получило название эффекта Магнуса (рис. 3.1). Н. Е. Жуковским была доказана теорема, согласно которой подъемная сила Y , действующая на омываемый потоком предмет, определяется как произведение плотности среды ρ на скорость потока v_n и на циркуляцию этой же скорости по любому замкнутому контуру Γ :

$$Y = \rho v_n \Gamma. \quad (3.3)$$

Теорема Жуковского носит интегральный характер. Для выяснения физической природы этой силы представляет интерес определить ее дифференциальное выражение.

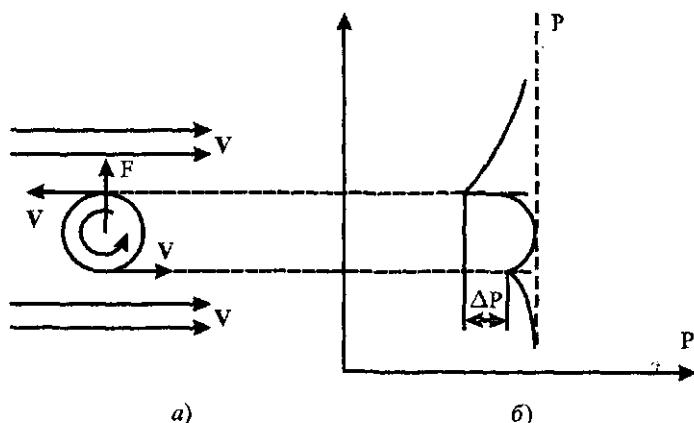


Рис. 3.1. Происхождение поперечной силы, действующей на вращающийся цилиндр со стороны омывающего потока: а — обтекание цилиндра потоком газа; б — эпюра давлений газа на цилиндр

На тело вращающегося цилиндра будет действовать разность давлений

$$\Delta P = \Delta P_2 - \Delta P_1 = \frac{\rho}{2} (\Delta V_2^2 - \Delta V_1^2). \quad (3.4)$$

Здесь ΔV_2 и ΔV_1 — соответственно разности скоростей поверхности цилиндра и набегающего потока по обеим сторонам цилиндра.

Таким образом, в направлении, перпендикулярном направлению потока, на поверхность будет действовать сила, связанная с уменьшением давления окружающей среды. Физической основой изменения скорости потока на омываемой поверхности является вязкость среды» [24].

Одно замечание. Очевидно, что цилиндр или цилиндрический газовый вихрь является аналогом кванта. Однако у читателя может создаться впечатление, что вращение кванта — результат особенностей его зарождения. Это не соответствует действительности. Вследствие действия силы, перпендикулярной направлению движения, квант приобретает право- или левостороннее вращение вокруг собственной оси, и оно является единственным возможным, с энергетической точки зрения, способом преодоления сопротивления поля и естественным переводом трения в трение скольжения. Квант или фотон «катится» вдоль поля. Трение скольжения естественным образом заменяется трением качения, и квант начинает вращаться вдоль оси движения. В такой трактовке все перемещения кванта (по ана-

логии с движением пузырька жидкости в воде) определяются элементарными законами физики. Или модифицированного закона Ферма: природа всегда идет по пути, требующему минимального сопротивления движению. Независимо от того, каким образом устанавливались законы природы, Творцом или природой, при таком подходе поведение кванта не только логично, но и, по аналогии с движением пузырька воздуха в воде, является единственно возможным.

«Коши и Стокс доказывали, что всякая частица идеальной жидкости никогда не получает вращения от окружающей среды, если не обладала им в начальный момент времени.

В 1839 г. шведский ученый Свенберг доказал следующую теорему: угловые скорости вращения частицы в различных положениях ее на траектории всегда обратно пропорциональны квадратам расстояния ее от траектории движения. Отсюда заключение: частица жидкости, получив в какой-либо момент угловую скорость, никогда не перестанет вращаться и, наоборот, частица жидкости не будет вращаться, если в начале движения ее угловая скорость была равна нулю» [25].

На наш взгляд, отсутствие «задания» при вращении любого сгустка электромагнитной энергии, перемещающейся как со световой, так и с досветовой скоростью, и обоснование логики его вращения являются важными доказательствами в пользу выдвинутой гипотезы.

Прокомментируем шкалу излучения, чаще называемую электромагнитной:

«Длина волны типичных рентгеновских лучей составляет 10^{-9} см = 1 Å (ангстрем). Длина волны гамма-лучей еще короче.

В этой области спектра особенно ярко проявляются квантовые свойства электромагнитного излучения, и вместо длины волны удобно характеризовать излучение энергией составляющих его квантов (фотонов). Так, к рентгеновским лучам обычно относят излучение, фотоны которого имеют энергию от нескольких сотен до многих десятков тысяч электронвольт. Фотоны с еще большей энергией называют уже гамма-фотонами. Для сравнения укажем, что радиоактивные вещества испускают гамма-лучи с энергией, достигающей миллионов электронвольт. Современные ускорители позволяют получить гамма-фотоны с энергией в миллиарды электронвольт. В космосе же, несомненно, встречаются фотоны и с еще большей энергией» [26].

Только энергетическая насыщенность позволяет отличить гамма-квант от радиоволны. В остальном и то и другое представляется квантованным сгустком энергии, перемещающимся в пространстве со скоростью света.

Является ли все излучение электромагнитным, либо только часть его, не представляется столь очевидным. К этому вопросу мы еще вернемся. И, возможно, частота вращения фотона или скорость перемещения магнитного и электрического векторов будут нам подспорьем в дальнейшем анализе.

3.2.2. Электромагнитные волны в проводнике

Электромагнитные волны распространяются вдоль бесконечно длинных идеально проводящих систем со скоростью c [света] и без затухания [27]. Фазовая скорость в волноводе превосходит скорость света [28].

Ч. Уотсон в 1834 г. в довольно простых опытах показал, что скорость электричества в медном проводе примерно в полтора раза больше скорости света [29]. Насколько известно автору этих строк, эти эксперименты никто не повторял³⁸. И мы, следуя Максвеллу, констатируем, что распространение электрического возмущения напоминает распространение света. Максвелл считал, что эти явления идентичны [30]. Последнее утверждение великого гения все же можно оспорить или по крайней мере уточнить. Несколько слов о свойствах электромагнитной волны в волноводах:

«Волноводом называется полый металлический цилиндр, имеющий поперечное сечение произвольной формы.

Электромагнитная волна может распространяться в волноводе и эффективно переносить электромагнитную энергию, если частота превышает так называемую критическую частоту данной волны. Если вместо частоты пользоваться длиной волны, соответствующей данной частоте в свободном пространстве, то можно сказать, что распространение возможно только при условии, что длина волны короче критической длины волны.

Оказывается, что критическая длина волны λ_0 для волноводов простой формы (круговое, прямоугольное, квадратное поперечные сечения и т. д.) имеет порядок наибольшего размера волновода или меньше. Поэтому использование таких волноводов рационально лишь в диапазоне сантиметровых и более коротких волн; для более длинных волн габаритные размеры поперечного сечения волновода становятся слишком большими.

Электромагнитное поле волн в волноводе не является чисто поперечным, а имеет также продольные составляющие. Последнее обстоятельство не должно удивлять, так как чисто поперечное поле

³⁸ Это ошибка из-за несовершенства техники эксперимента.

реализуется лишь в предельном случае плоской волны с неограниченным поперечным сечением.

Оказывается, что все электромагнитные волны в волноводе могут быть разбиты на два класса в зависимости от того, какое поле имеет продольную составляющую — электрическое или магнитное. Если электрическое поле данной волны имеет продольную составляющую, а магнитное не имеет таковой, то волна условно называется электрической. Если магнитное поле имеет продольную составляющую, а электрическое ее не имеет, то волна именуется магнитной. Таким образом, обозначая через z координату, отчитываемую вдоль волновода, имеем для электрических волн $E_z \neq 0$, $H_z = 0$, а для магнитных волн $H_z \neq 0$, $E_z = 0$.

Напомним: было показано, что распространение волн со скоростью c [света] и с поперечной структурой поля внутри волноводов невозможно» [31].

Мы приходим к понятию критической энергии или критических частот, при которых возможен эффективный транспорт энергии. Заметим, что фотоэффект также напрямую зависит от критической частоты или, что то же самое, от энергонасыщенности кванта. И еще мы получили понятие электрической и магнитной волны, что пригодится нам впоследствии. Мы можем также трактовать явление вращения высокоэнергетических фотонов как работу динамо-машины. Продуктом быстрого вращения может быть возникновение гравитационного горизонта или сферы Шварцшильда.

3.2.3. Гравитационное поле

Ход мысли крупнейших физиков, стоявших у истоков сложившихся представлений о гравитационных волнах, характеризуется значительным разнообразием.

«Еще до создания теории относительности Лоренц предположил в 1890 г., что гравитация «может распространяться со скоростью, не большей скорости света» [32].

Эддингтон в 1922 г. считал, что гравитационные волны не имеют физической реальности и *«распространяются со скоростью мысли»* [33].

В этом замечании интересна не скорость распространения гравитационных волн, а отказ им в физической реальности. По-видимому, эта точка зрения довлела и над А. Эйнштейном.

В статье от 14 ноября 1914 г. Гильберт в письме к А. Эйнштейну отмечает:

«Из общей математической теоремы следует, что (обобщенные Максвелловы) уравнения электродинамики есть математическое

следствие уравнений гравитационного поля, т. е. между тяготением и электродинамикой нет никакого различия» [35].

Это важнейшее замечание Гильберта было проигнорировано не только Эйнштейном, но и всем сообществом физиков. Между тем Гильберт прогнозировал существование единой природы и шкалы электромагнитных волн и тяготения.

В 1904 г. Пуанкаре, анализируя статью Лоренца, *«заключил, что законы Ньютона нужно изменить и что должны существовать гравитационные волны, распространяющиеся со скоростью света!»* [36].

Не суть важно, были ли А. Эйнштейн знаком с этой работой Пуанкаре. Значимо то, что его мысли о скорости света были созвучны идеям французского математика. В. П. Визгин полагает, что гипотеза равенства скоростей распространения света и гравитационного поля следует из уравнений Абрагама [37].

Перечень гипотез можно было бы продолжить. Но очевидно, что в отсутствии экспериментальных данных большей информации извлечь попросту невозможно. Все предполагаемые теории о тождестве или подобии полей носят умозрительный характер и базируются на предположении равенства скорости их распространения.

Здесь следует сделать, на наш взгляд, одно очень интересное замечание, предполагая, что конечная скорость света зависит от наличия среды (эфира), мы обязаны рассмотреть варианты:

- эфир есть неизвестная газоподобная среда;
- эфир — это гравитационное поле;
- эфир — гибрид неизвестной газоподобной среды и гравитационного поля.

В первом случае, предполагая, что гравитационное излучение — это сверхнизкочастотные кванты энергии, мы комфортно и плавно придем к пониманию равенства скоростей света и гравитации.

Во втором — эффект будет носить неоднозначный характер по аналогии с каплей воды, упавшей в океан. Теоретически можно предположить, что «капля» застыла на месте, совершая незначительные флуктуации близ точки падения, т. е. пополняя собой гигантский океан гравитационного поля. И совершенно непонятно, зачем капле перемещаться в океане со скоростью света.

Третий случай формально всегда справедлив, но неинтересен в теоретическом плане. Тем не менее, придерживаясь выбранной гипотезы, можно утверждать, что гравитационное поле по сути есть вырожденное световое низкочастотное излучение. И, конечно, что для нас очень существенно, гравитационное излучение является нитями, или струнами, или спиралями с очень большим шагом или расстоянием между двумя витками. Очевидно,

что каждый виток спирали гравитона, хотя и является реальностью, с точки зрения здравого смысла или стороннего наблюдателя, — прямая линия.

У такого стандартного низкочастотного гравитона и вращения электрического и магнитного векторов нет и быть не может. А следовательно, ни при каких условиях гравитоны или гравитационное поле не может принять участие в продуцировании электромагнитного поля.

Кажущееся единство электромагнитного поля, создаваемого электронами или энергией, продуцирующей электроны, фотонами и гравитонами характеризуется очень многими факторами, но, по-видимому, как и в таблице Менделеева, у них есть один общий консолидирующий признак — предельная скорость распространения энергетического сгустка в среде (физическом вакууме, эфире).

Этот общий фактор и наличие единой среды, сопротивляющейся движению, приводят к следующим явлениям, как то:

- взаимодействие с эфиром и диссипация энергии;
- замедление скорости вращения фотона, а следовательно, изменение всех его характеристик;
- генерирование гравитонов.

3.2.4. Взаимодействие поля с электромагнитным сгустком энергии

Аналогия гравитационного поля с электромагнитной волной, точнее понимание гравитона как низкоэнергетического кванта, представляется вполне логичным, и, как мы показали, с точки зрения математики, легко обоснованным явлением. Вместе с тем распространение его в пространстве, возможно, потребует новых гипотез. Логика распространения гравитона со световой скоростью кажется наиболее приемлемой. Однако она пригодна только для системы гравитон — разреженный эфир, когда генерированный гравитон по аналогии с фотоном начинает перемещаться в пространстве. Причем излучение гравитона, как и фотона, носит векторный характер.

Представление о том, что генерированный гравитон попадает в пространственное гравитационное поле, нарушает созданную нами картину. Представим себе каплю воды, попавшую в океан. Зачем капле пронзать толщу океанской воды, да и возможно ли это?

Капля тормозится, становится частью океана. Если каплю воды уменьшить до отдельной молекулы, произойдет то же самое. Гладь океана находится в идеально спокойном состоянии или превращается в лед. В этом случае молекула воды совершает небольшие флуктуации вокруг точки контакта с толщей. Перемещения ее исключены. И нет смысла говорить о век-

торном характере распространения гравитона. Оно скалярно. Образуется некий парадокс. Гравитон распространяется скалярно, а гравитационное поле векторно и направлено к центру или центрам масс.

Обнаружение эффекта «оптической мелассы» [37] как будто подтверждает возможность торможения и поглощения гравитона гравитационным или гравитационно-эфирным полем.

Заметим, что нет и не может быть полной аналогии между фотонами и гравитонами. С большим или меньшим приближением мы можем считать фотон сгустком энергии, преодолевающим пространство с двумя вращениями вокруг собственной оси за счет трения о компоненты пространства и вокруг оси движения с определенным радиусом вращения или амплитудой. Уменьшаясь в размере, фотон изменяет и форму своего движения, подчиняясь принципу Ферма. Вращение и движение фотона устойчиво и в некоторой степени подобно поведению вихря. Краткий обзор вихревого движения приведен В. А. Ацоговским [38]. И нам интересно решение Н. Е. Жуковского о движении вихря вблизи острия клина. Стремление вихревого шнура сохранить свою индивидуальность близко к нашему пониманию нежелания фотонов сближаться друг с другом ближе определенной дистанции.

Гравитон представляет собой нить, шнур или струну, вращением которой в принципе можно пренебречь. Амплитуда его в сравнении с фотоном ничтожно мала, следовательно, ничего общего с вихрем или вихревым движением он не имеет. Вращение фотонов в цуге сообщает им индивидуальность, устойчивость и нежелание объединяться. Аналогично ведут себя пузырьки воздуха в воде.

Гравитоны образуют единое гравитационное поле, как, например, от двух и более источников масс. И у нас нет никаких оснований для наделения их теми же своеобразными признаками, которыми мы характеризуем фотон.

Справедливости ради следует отметить, что для возведения резкой границы между фотоном и гравитоном также нет никаких оснований. В то же время признавая за Творцом или природой не только страсть к простоте, но и к изощренности, мы в состоянии выйти за мир примитивных представлений о физике поля и, по крайней мере, высказать некоторые спорные идеи, лежащие в рамках наших знаний.

В свое время автор настоящей книги был восхищен сообщением П. Эткинса о том, что *«природа демонстрирует очень экономичный подход; действительно, совершенно различная окраска голубого василька и красного мака обусловлена по сути одним и тем же пигментом»* [39]. Цвет зависит от кислотности среды. Следует полагать, что и в области физических взаимодействий природа столь же экономична. Эта аналогия очень пригодится нам впоследствии.

Процитируем несколько высказываний А. Эйнштейна, которые позволяют нам полнее оценить противоречивость анализируемой проблемы:

«Согласно общей теории относительности, гравитационное поле должно обладать значительно более сложной структурой, чем в теории Ньютона» [40].

*«Гравитационные поля всегда распространяются со скоростью света»*³⁹ [41].

*«Должны существовать гравитационные волны, не переносящие энергии»*⁴⁰ [42].

Впоследствии А. Эйнштейн много работал над осознанием структуры гравитационного поля. Квинтэссенция его суждений заключена в следующем выражении:

«Даже в первом приближении структура гравитационного поля коренным образом отличается от структуры поля, которая вытекает из теории Ньютона. Отличие заключается в том, что гравитационный потенциал является тензором, а не скаляром» [43].

Эта фраза, сказанная в обобщающей работе 1921 г. «Сущность общей теории относительности», подытоживает изыскания Эйнштейна. По сути речь идет о том, что гравитационный потенциал оказывает влияние на геометрию пространства. Другой идеи здесь нет.

С присущим ему изяществом А. Эйнштейн объяснил, что стоячие гравитационные волны *«не являются реальными волнами»* [44]. В концепции Эйнштейна им не было места, ибо их реальность означала, что энергия могла существовать без движения.

Гипотеза струн или шнуров прокладывает путь к пониманию этих парадоксов.

При гигантской протяженности гравитона, например 10^{26} м [45], очевидно, что потребуются многие миллионы лет, чтобы гравитон преодолел свою собственную длину. Иными словами, в солнечной системе не существует ни одного гравитона, полностью рожденного Солнцем. Все гравитоны Солнца еще находятся в процессе рождения. Подобная теория вновь приводит к серии парадоксов, которые мы последовательно собираемся обсудить.

Время испускания или рождения фотона равно продолжительности жизни атома в этих состояниях⁴¹, или $\approx 10^{-8}$ с [46]. Совершенно иная картина складывается в случае гравитационного излучения. Гравитация —

³⁹ Если гравитационные волны распространяются с постоянной скоростью, то почему другие электромагнитные волны могут менять свою скорость?

⁴⁰ Эта идея, рожденная на кончике пера, — побочный продукт математики — в корне ошибочна.

⁴¹ В дальнейшем будет показано, что время испускания квантов различно.

продукт массы вне зависимости от ее состояния, и, если наши рассуждения имеют какой-то смысл, то рождение гравитона — процесс, растянутый во времени на миллионы и миллиарды лет.

Предположим, что какое-то тело, обладающее массой, генерировало гравитон единицей своей поверхности. Аналогом этих соображений является паук, начинающий прядь паутину. Допустим, что он (а так бывает в реальности) прикрепил паутину к какой-нибудь веточке, а сам начинает падать вниз. Идеальная прямая нарождающейся паутины и есть аналог гравитона. Но все тела в пространстве перемещаются и вращаются относительно каких-то центров масс. Мы можем начать вращать паука и тогда нить паутины будет образовывать вокруг паука кокон. Существование гравитационного кокона, конечно же, является парадоксом. В принципе кокон еще и колюч, поскольку концы гравитонов должны устремляться по прямым в разные стороны, и кокон становится похож на дикобраза.

Наш внутренний протест против подобной конструкции усугубляется пониманием того, что если в отдаленном участке космоса встречаются не вращающиеся и не перемещающиеся тела, то у них не будет кокона, они примут практически идеальную форму дикобраза. Вполне вероятно, что гравитационное поле, созданное гибридной коконно-дикобразной формой и чисто дикобразной, будет различно.

Можно выдвинуть гипотезу, что гравитоны не образуют «кокон», а прерываются «обламываются», но эта идея уж слишком фантастична.

Более правдоподобна версия о том, что масса, заключенная в объем, не продуцирует точечный гравитон, а генерирует путь гравитонов, источник этого пути (или океана) одновременно весь объем или вся поверхность. И эта версия нуждается в отдельной проработке.

Возможна и последняя версия, что теория струн не имеет к описанию событий никакого отношения и сделанные расчеты неверны, но тогда возникает вопрос, за счет чего создается эйнштейновская геометрия пространства? В принципе теория струн применительно к гравитационному полю не так уж плоха и просто нуждается в дальнейшем осмыслении.

3.2.5. Фотон и гравитон

Движение фотона и испускание гравитонов, в особенности струноподобных, также представляет совокупность парадоксов.

Парадокс первый заключается в том, что для объяснения диссипации энергии фотона вовсе необязательно прибегать к теории «трения» фотона о какую-либо среду. Вполне достаточно того, что фотон излучает гравитоны. Здесь аналогия с паутиной более чем уместна, поскольку понятно, что возрастание массы паутины ведет за собой снижение массы паука.

Второй парадокс заключается в направлении движения гравитонов. Они не могут двигаться вместе с фотоном в одном направлении, поскольку в этом случае «паутина просто не сможет покинуть паука».

Гравитоны могут двигаться в любых других направлениях. И самое интересное, если они покидают фотон в направлении, противоположном движению фотона.

В этом случае, согласно специальной теории относительности, они «застывают» вблизи источника излучения, вернее, на этом источнике. И осязаемо, т. е. материально связывают источник излучения с перемещающимся фотоном.

Источник и генерированный фотон «навечно» связаны между собой гравитационным каналом или струной. Эта идея, как нам представляется, может оказаться довольно продуктивной.

Во-первых, она подтверждает второй закон оптики. Принимая версию о том, что струны, как и точечные фотоны, должны соблюдать баланс притяжения и отталкивания, легко понять второй закон оптики. Два световых потока, сопровождаемые гравитонами, не могут столкнуться.

Фотоны, генерированные одновременно одним источником или разными в независимые промежутки времени, определенное время не могут следовать по одним и тем же траекториям. У них появляется гравитационная составляющая или направляющая, со временем поглощаемая гравитационным полем.

3.2.6. Носители гравитации

В рамках существующих конструкций существуют три возможности, объясняющие гравитационное взаимодействие:

- геометрия пространства, точнее, ее изменение, передаваемое без носителя (дальнодействие);
- передача взаимодействия точечными носителями (фотонами);
- передача взаимодействия нитевидным (струнным) носителем.

Полагаясь на логику и на интуитивные предсказания Эйнштейна о том, что электромагнитные и гравитационные взаимодействия должны иметь одну природу, мы, независимо от наших желаний, придем к пониманию струнного взаимодействия.

Допуская, что гравитационные и электромагнитные волны имеют одну природу, вначале рассмотрим высокочастотную область спектра электромагнитных волн.

Гравитонам как индивидуальным квантам энергии здесь нет места, поскольку они бы непременно в силу своих энергетических характеристик, превосходящих γ -кванты, непременно бы себя проявили. Следо-

вательно, гравитоны — это низкочастотные кванты, несущие минимум энергии.

Снижение частоты кванта меняет его характеристики и конфигурацию в пространстве. Высокоэнергетический точечный квант постепенно истончается. Его спиральное движение трансформируется по аналогии с тем, что спираль взяли за оба конца и начали растягивать. При достаточной упругости спирали мы можем утверждать, что спираль вырождается, все более приближаясь к прямой. Однако она никогда не станет идеальной нитью, хотя стремится приблизиться к ней. Таков путь движения низкоэнергетического кванта и такова его форма. Он стал аналогом растянутой спирали, или нитью, или струной.

§ 3.3. Свет и поле

3.3.1. Принцип наименьшего принуждения

Справедливость закона постоянства скорости света — ограничена областями пространства-времени, в которых постоянен гравитационный потенциал.

• А. Эйнштейн

Я твердо придерживался рецепта гениального теоретика Больцмана — оставить изящество портным и сапожникам.

А. Эйнштейн

Привлекательной стороной этой теории является ее логическая завершенность. Если какой-либо ее вывод окажется неверным, то она должна быть отброшена; какая-либо модификация ее, не нарушающая всей структуры, представляется невозможной.

А. Эйнштейн

Гаусс в 1829 г. сформулировал принцип наименьшего принуждения, которое представляет собой меру отклонения системы от свободного движения. Согласно Гауссу, истинное движение системы, на которую наложены связи, происходит таким образом, что принуждение минимизируется:

$$\delta Z = 0, \quad (3.5)$$

где δZ — вариация принуждения.

Подробно математический аппарат приведен в работе [47]. Принцип прямейшего пути Г. Герца является частным случаем принципа Гаусса и заключается в минимизации кривизны (K).

$$\delta K = 0, \quad (3.6)$$

где кривизна $\sqrt{K}$ является функцией поведения в пространстве элемента дуги траектории системы dS [48]. Г. Герц стремился исключить силы из своей теории, и формально это ему удалось.

Цитируем Э. Шмутцера:

«Сразу видно, что эти идеи [Герца] весьма близки к эйнштейновской теории гравитации, где, как известно, сила тяготения тоже исключается за счет искривленности четырехмерного пространственно-временного континуума, так что движение частицы происходит по геодезической (по прямейшему пути в смысле римановой геометрии)» [49].

Здесь очень важно обсудить философскую проблему, которую можно сформулировать следующим образом. Существует ли искривление четырехмерного пространственно-временного континуума само по себе как физическая реальность, либо оно проявляется в том случае, когда в него вторгается частица. И здесь, казалось бы, тождественные математические понятия приобретают различное физическое содержание.

Математический формализм Г. Герца и понимание А. Эйнштейна гласят — четырехмерный континуум (мир Герца—Эйнштейна) обладает кривизной вне зависимости от внешних воздействий. Другой принцип, назовем его миром Ферма—Гаусса, гласит: кривизна пространства проявляется только при внесении в него пробной частицы (кванта и т. п.).

Существенность различия между двумя мирами вовсе не напоминает задачу о курице и яйце. В первом случае кривизна абсолютна и предначертана, во втором — определяется взаимодействием частицы и континуума. Если в континууме вблизи источника гравитации перемещается квант, то путь его будет искривляться, согласно любому принципу, Гаусса или Г. Герца. Кривизна является следствием влияния поля.

Допустим, эксперимент проводится в глубоком космосе, вдали от источников гравитации. В этом случае луч света перемещается по законам римановой или евклидовой геометрии?

В нашем понимании, в отсутствии среды (условного эфира), т. е. не встречая сопротивления, луч света перемещается по законам евклидовой геометрии, или по прямой. Но поскольку в пространстве всегда есть среда — эти рассуждения только абстракция. Чтобы лучше уяснить закон или принцип перемещения кванта в пространстве, заполненном некой средой, начнем с простой аналогии сравнения гвоздя, вбиваемого в дерево, и шу-

рупа. Во втором случае силе удара мы противопоставили минимизацию усилий.

Кривизна не является свойством четырехмерного континуума, а проявляется только как результат взаимодействия кванта с пространством.

Эти два подхода, с философской точки зрения, не только неоднозначны, но и принципиально несовместимы. Первый — можно с уверенностью называть миром Абрагама и Нордстрема, второй — миром А. Эйнштейна.

3.3.2. Квант и системы отсчета (общие соображения)

В условной шкале электромагнитных волн, по существу являющейся неким аналогом таблицы Менделеева, критерием является энергия квантов. Высокоэнергетические γ -кванты совершают полноценное движение по спирали. Аналогом этого движения, к примеру, является спираль электроплитки или утюга. При переходе к менее энергетическим квантам спираль, характеризующая их перемещение в пространстве, растягивается. И в предельном случае — гравитонов — это почти идеальная струна, поскольку один виток вокруг оси, перпендикулярный направлению движения, гравитон совершает за многие миллиарды лет. В реальности, совершая вращательные движения, фотон одновременно перемещается в трех направлениях. Направление его движения — одна ось и две оси, перпендикулярные или поперечные по направлению к первой. Подобное перемещение в пространстве реальной частицы дало возможность характеризовать это движение как продольно-поперечно-поперечную волну⁴², хотя волновая схема в гораздо меньшей степени, чем спираль, отображает реальность.

Перейдем к характеру движения фотона с учетом диссипации энергии. Представим себе горнорудный карьер, по краям которого проложена спиральная дорога, по которой большегрузные автомобили доставляют руду на поверхность. Водитель автомобиля устанавливает определенную и постоянную скорость движения, которую не меняет по всему пути следования. Он выполняет свою работу, и ему нет никакого дела до того, что сторонние наблюдатели, например студенты, сидят на краю карьера и определяют скорость его перемещения в продольном и поперечном направлениях. Формально или чисто математически она, конечно же, меньше, чем результирующая. Водителя вряд ли интересуют эти изыскания. В его понимании, скорость автомобиля всегда постоянна.

Поэтому и мы можем утверждать, что скорость кванта в направлении своего движения всегда постоянна. Она характеризует условия преодоления квантом пространства или особенности взаимодействия с ним. При

⁴² В случае поляризации поперечные векторы не равны между собой.

изменении характеристик пространства или при переходе от пространства к веществу с индивидуальными характеристиками скорость будет меняться и принимать свои фиксированные значения. Но в координатах движения одного кванта нет смысла говорить о слагающих скоростях в плоскости, перпендикулярной направлению движения. Конечно же, эти слагающие формально будут меньше скорости света, но только формально.

Фотон или квант попросту не воспринимает суждения сторонних наблюдателей. То есть для него не существует никакой другой системы отсчета, кроме своей собственной. Он движется с постоянной скоростью, и точка. При таком подходе суждения специальной теории относительности, возможно, превращаются в красивую абстракцию, поскольку дискуссия о замене системы координат попросту теряет смысл. Фотон, образно говоря, чем-то напоминает улитку. Он «тащит» за собой свою систему координат, существует и перемещается только в ней. В виртуальном споре между водителем и студентами мы целиком на стороне водителя. Для студентов векторы скоростей просто абстракция, для водителя — реальность. Его система координат (автомобиль) обладает собственным или местным временем⁴³.

Рассмотрим теперь группу фотонов, разбегающихся в разных направлениях от одного источника. Наблюдатель, находящийся на одном из них (для наглядности пусть это будет не фотон, а космический корабль, движущийся с досветовой скоростью), вправе, в согласии со специальной теорией относительности, рассуждать о Лоренцевом сокращении или парадоксе близнецов. Но ни того ни другого для конкретного наблюдателя попросту не существует — это только абстракция. Каждый из наблюдателей живет своей жизнью по своим временным законам. Для любого из них верно правило: «все свое ношу с собой». В конкретном случае собственности у фотона очень немного — это своя система координат.

В наших суждениях нет никаких покушений на логику и математический аппарат специальной теории относительности. Скорее наоборот. Сторонний наблюдатель, оставшийся на источнике излучения, может полагать, что скорость фотонов, разбегающихся по одной прямой в разные стороны, будет равна $6 \cdot 10^5$ км/с. Это будет неправильно. Он может считать эти скорости с помощью специальной теории относительности. От этого реальность оценки событий вряд ли существенно повысится. Правильно было бы сказать, что каждый из миров фотона живет по собственным правилам, с которыми необходимо считаться.

Эта идея не является абсолютно новой и только приближает нас к рассмотрению особенностей систем отсчета и некоторых заблуждений Эйнштейна.

⁴³ Впервые идю местного времени выдвинул Фогт в 1887 г.

3.3.3. Теория гравитации Г. Нордстрема

Прежде чем перейти к одному из ключевых вопросов наших суждений, остановимся на некоторых моментах общей теории относительности. Во-первых, — это принцип эквивалентности или равенства тяжелой и инертной масс, который ни у кого из современных физиков не вызывает сомнения.

Второй постулат тоже очевиден — в гравитационном поле все тела ускоряются одинаково. И, как будто, очевидно следствие: *«Мы будем предполагать полную физическую равноценность гравитационного поля и соответствующего ускорения системы отсчета»* [50].

Рассмотрение особенности инертной массы, вызванной ускорением, оказалось не столь простым, как ожидалось. А. Эйнштейн рассмотрел ускоренное движение оболочки К с массой М, внутри которой заключена материальная точка Р с массой m , и получил в полном согласии с идеями Маха следующий результат:

«Инертная масса m' с учетом влияния оболочки К равна

$$m' = m + \frac{kmM}{Rc_0^2}, \quad (3.7)$$

R — радиус оболочки К.

Этот результат очень интересен. Он показывает, что присутствие оболочки К, обладающей инертной массой, увеличивает инертную массу находящейся внутри нее материальной точки Р. Это наводит на мысль о том, что инерция материальной точки полностью обусловлена воздействием всех остальных масс посредством некоторого рода взаимодействия с ними» [51].

Заметим, что увеличение инертной массы группы тел зависит еще и от расстояния между ними. Еще одно замечание А. Эйнштейна:

«Разумно, а может быть и просто необходимо, ожидать априори, что инертное сопротивление есть не что иное, как сопротивление ускорению рассматриваемого тела А относительно совокупности всех остальных тел В, С и т. д. Известно, что впервые эту точку зрения со всей остротой и ясностью выдвинул Э. Мах в своей истории механики, так что здесь можно просто сослаться на его выводы. Сошлемся также на остроумную брошюру венского математика В. Гофмана, где независимо выдвинута та же самая точка зрения. Изложенное выше утверждение я буду называть гипотезой относительности инерции» [52].

Теперь мы можем перейти к теории гравитации Г. Нордстрема. Сущность ее заключается в том, что параметры континуума получают

при постоянстве скорости света. Эту идею Г. Нордстрем опубликовал в 1912–1914 гг. В математическом виде она проста.

В понимании А. Эйнштейна, она основана на существовании привилегированной системы координат, для которой выполняется постоянство скорости света [53]. По нашему мнению, постоянство скорости света отнюдь не делает систему привилегированной⁴⁴.

Основное уравнение Г. Нордстрема:

$$ds = \Phi \sqrt{dx_1^2 + dx_2^2 + dx_3^2 - dx_4^2}, \quad (3.8)$$

где Φ — гравитационный потенциал.

А. Эйнштейн неоднократно, и, как нам кажется, с некоторой тоской сравнивал свою теорию и Г. Нордстрема:

«Различие же между обеими теориями заключается в следующем.

Гравитационное поле определяется десятью величинами $g_{\mu\nu}$. В теории Эйнштейна—Гроссмана для определения этих десяти величин имеется десять формально равноценных уравнений. Теория же Нордстрема основана на предположении, что путем соответствующего выбора системы отсчета можно удовлетворить принципу постоянства скорости света. Покажем сразу, что это соответствует предположению, что при соответствующем выборе системы отсчета десять величин $g_{\mu\nu}$ можно свести к одной величине Φ^2 » [54].

Суть различий заключается в том, что в теории Эйнштейна десять компонент тензора $g_{\mu\nu}$ адекватны скалярному ньютоновскому потенциалу Φ . Следовательно, если каким-то образом удастся доказать, что скорость света в любых системах постоянна или использование ньютоновского потенциала достаточно полно отражает проблему континуума, то смысл общей теории относительности, построенной на тензорном анализе, исчезает.

Приводим некоторые аспекты физического содержания теории Г. Нордстрема в изложении А. Эйнштейна:

«Движение материальной точки в поле тяжести можно представить уравнением в форме Гамильтона. В этом случае получаем уравнения

$$\delta \left\{ \int \varphi d\tau \right\} = 0, \quad (3.9)$$

$$d\tau = dt \sqrt{c^2 - q^2}, \quad (3.10)$$

⁴⁴ О привилегированности или ее отсутствии можно говорить только при наличии нескольких систем, одна из которых условно неподвижна.

φ — скаляр, определяющий гравитационное поле. Для распространения светового луча имеем $d\tau = 0$, следовательно $q = c$; другими словами, скорость распространения света равна постоянной c . Световые лучи не искривляются гравитационным полем.

Получается

$$\delta \left\{ \int \varphi d\tau \right\} = 0,$$

где

$$H = -m\varphi \frac{d\tau}{dt} = -m\varphi \sqrt{c^2 - q^2}. \quad (3.11)$$

Лагранжесвы уравнения движения приобретают вид

$$\frac{d}{dt} \left\{ m\varphi \frac{x}{\sqrt{c^2 - q^2}} \right\} + m \frac{\partial \varphi}{\partial x} \sqrt{c^2 - q^2} = 0 \quad \text{и т. д.} \quad (3.12)$$

Отсюда для импульса энергии и силы F , действующей на точку со стороны поля тяжести, получаются выражения

$$\left. \begin{aligned} I_x &= m\varphi \frac{x}{\sqrt{c^2 - q^2}} \quad \text{и т. д.}, \\ E &= m\varphi \frac{c^2}{\sqrt{c^2 - q^2}}, \\ F_x &= -m \frac{\partial \varphi}{\partial x} \sqrt{c^2 - q^2} \quad \text{и т. д.}, \end{aligned} \right\} \quad (3.13)$$

причем m — характерная для материальной точки постоянная, не зависящая от φ и q .

Выражение для F показывает, что φ играет роль гравитационного потенциала. Далее, выражения для I_x и E показывают, что, согласно теории Нордстрема, инерция материальной точки определяется произведением $m\varphi$; чем меньше φ , т. е. чем большие массы скапливаются вблизи рассматриваемой материальной точки, тем меньше становится инертное сопротивление, которое материальная точка оказывает изменению ее скорости. Это является одним из важнейших физических следствий скалярной теории гравитации» [55].

В этой статье, написанной в 1913 г., интересен еще один аккорд:

«Резюмируя, мы можем сказать, что скалярная теория Нордстрема, которая придерживается постулата о постоянстве скорости света, удовлетворяет всем требованиям, которые при современном состоянии эксперимента можно предъявить теории гравитации. Неудовлетворительным остается только то обстоятельство, что, согласно этой теории, инерция тела хотя и подвержена влиянию остальных тел, но не обусловлена ими, поскольку в этой теории инерция тела тем больше, чем дальше оно от других тел...» [56].

Теория Г. Нордстрема несколько не противоречит ни ранним работам самого А. Эйнштейна (формула (3.7)), ни его поздним высказываниям. За исключением того, что Эйнштейн начинает методично абсолютизировать понятие кривизны пространства и, соответственно, зависимость скорости света от этой кривизны. Собственно этому и посвящен весь громоздкий аппарат тензорного анализа.

Небольшой комментарий относительно анализа А. Эйнштейном теории Г. Нордстрема. Из уравнений (3.13) следует, что $c \neq q$. Иначе J_x и E становятся бесконечно большими величинами. $q = 0$, а следовательно, скорость распространения света действительно равна постоянной c , но без всякой альтернативы.

В заключение следует отметить, что автор отнюдь не является апологетом теории Г. Нордстрема и ее математического описания. Однако она гораздо лучше воззрений А. Эйнштейна отражает реальность.

3.3.4. Взгляды А. Эйнштейна

У нас нет желания упрекать Эйнштейна в тенденциозности, но прежде чем перейти к доводам в пользу теории Г. Нордстрема, попытаемся проникнуть в психологическое состояние А. Эйнштейна в эту пору.

Специальная теория относительности завершена. Она гласит, что скорость света постоянна. Однако Эйнштейн на основании глубоких размышлений приходит к выводу, что скорость света в поле тяжести должна быть переменной. В 1911 г. он публикует первую статью, посвященную этой идее «О влиянии силы тяжести на распространение света». И получает две формулы [57]. Первая:

$$v = v_0 (1 + \phi/c^2), \quad (3.14)$$

где ϕ — отрицательная разность потенциалов между поверхностью Солнца и поверхностью Земли. И, основываясь на замедлении времени, он предлагает вторую формулу:

$$c = c_0 (1 + \phi/c^2). \quad (3.15)$$

Вопрос даже не в порочности тезиса о замедлении времени. О нем можно дискутировать, с ним можно соглашаться, либо его отвергнуть.

Подобие формул слишком прозрачно и можно сказать, «это слишком хорошо, чтобы быть правдой». С одной стороны, А. Эйнштейн прав, если замедляется время, то одновременное изменение частоты и скорости света

обязательно. С другой стороны, подставив вместо скорости света $c = \sqrt{\frac{h\nu}{m}}$,

мы никак не получим адекватных формул. А. Эйнштейн, как мы увидим впоследствии, прекрасно понимает это противоречие. Тем не менее, он получает формулу

$$\alpha = \frac{2\kappa M}{c^2 \Delta}, \quad (3.16)$$

которую трактует следующим образом:

«Луч света, проходящий мимо какого-либо небесного тела, испытывает отклонение в сторону убывания гравитационного потенциала, т. е. в сторону небесного тела» [58].

Здесь M — масса небесного тела, Δ — расстояние от луча до центра небесного тела. Он получает отклонение луча, равное 0,83 дуговой секунды.

Это его первая попытка совмещения специальной теории относительности с гравитационным полем. Внутреннее противоречие формулы (3.15) с принципом эквивалентности и постоянством скорости света мучительно для А. Эйнштейна на протяжении многих лет. С одной стороны, замедление времени должно менять скорость, с другой стороны, он не готов жертвовать формулой $E = mc^2$.

В 1912 г. он публикует вторую статью «Скорость света и статическое гравитационное поле», где продолжает развивать эту идею. Его кредо:

«Справедливость одного из основных принципов последней [теории относительности равномерного движения], а именно: закона постоянства скорости света — ограничена областями пространства-времени, в которых постоянен гравитационный потенциал» [59].

Это серьезное ослабление принципов специальной теории относительности и одновременно важная констатация его справедливости при соблюдении принципа эквивалентности⁴⁵.

Чуть ранее этой статьи, в том же 1912 г., М. Абрагам публикует свою статью о теории гравитации, где пытается сохранить скорость света постоянной. А. Эйнштейн критикует его работу, утверждая, что

⁴⁵ В принципе достаточно доказать постоянство скорости света при равенстве тяжелой и инерционной масс. Второй этап — постоянство скорости света при изменении инерционности масс — доказать уже проще.

«систему уравнений М. Абрагама нельзя согласовать с принципом эквивалентности и что к его представлениям о времени и пространстве нельзя прийти из формальной, математической точки зрения» [60].

В цитируемой работе А. Эйнштейн получает два уравнения:

$$\Delta(\sqrt{c}) = \frac{\kappa}{2} \sqrt{c\mathfrak{Z}}, \quad (3.17)$$

$$\Delta c = \kappa \left\{ c\mathfrak{Z} + \frac{1}{2\kappa} \frac{\text{grad}^2 c}{c} \right\}, \quad (3.18)$$

где $\mathfrak{Z}$ — сумма плотности весомой материи и плотности энергии;

$\frac{1}{2\kappa} \frac{\text{grad}^2 c}{c}$ — плотность энергии гравитационного поля.

Обе формулы гласят, что скорость света — величина переменная.

В этом же 1912 г. происходит дискуссия между М. Абрагамом и А. Эйнштейном. Абрагам, безоговорочно принимая теорию относительности, полагал, что отказ от постоянства скорости света в гравитационном поле есть отказ от теории относительности вообще.

Суть спора даже в не постоянстве скорости света, а в выборе систем отсчета. А. Эйнштейн приводит два высказывания М. Абрагама, с которыми он не согласен.

«Если среди всех систем отсчета выделена такая, в которой поле тяжести является статическим или квазистатическим, то отнесенное к этой системе движение позволительно назвать «абсолютным» и т. д.»

«Не может быть и речи о каком-либо виде относительности, т. е. о соответствии двух систем, которое можно было бы выразить соотношениями между их пространственными параметрами x, y, z, t и x^1, y^1, z^1, t^1 » [61].

А. Эйнштейн абсолютизирует принцип относительности, М. Абрагам — конкретную систему отсчета. И с точки зрения формализма, Абрагам прав.

В этой же статье А. Эйнштейн полагает, что гравитационное поле носит векторный характер, и пишет: *«Вектор гравитационного поля, повидимому, не может быть введен без противоречий в схему теперешней теории относительности» [62].*

В 1913 г. А. Эйнштейн вместе с М. Гроссманом публикует работу, в которой впервые обращается к тензорному анализу. Здесь А. Эйнштейн продолжает отстаивать идею, согласно которой гравитационное поле век-

торно. В том же году он утверждает: *«Искавление световых лучей означает, что скорость света не постоянна, но зависит от места»* [63].

В принципе это высказывание казуистично и по существу подтверждает правоту М. Абрагама. В той же статье А. Эйнштейн формулирует постулаты, если не необходимые, то, по крайней мере, желательные в теории гравитации. Приводим их вместе с комментарием А. Эйнштейна:

- «1. Выполнение законов сохранения импульса и энергии.
2. Равенство инертной и тяжелой масс замкнутых систем.
3. Справедливость теории относительности (в более узком смысле), т. е. системы уравнений должны быть ковариантны относительно линейных ортогональных подстановок (обобщенные преобразования Лоренца).
4. Наблюдаемые законы природы не должны зависеть от абсолютных значений гравитационного потенциала (или гравитационных потенциалов). Физически это означает следующее: совокупность связей между наблюдаемыми величинами, которую можно найти в некоторой лаборатории, не должна меняться, если всю лабораторию переместить в область с другим гравитационным потенциалом (постоянным в пространстве и времени).

Сделаем следующие замечания относительно этих постулатов. Все теоретики согласны, что постулат 1 должен выполняться. Не столь единодушно убеждение, что необходимо придерживаться постулата 3. Например, М. Абрагам выдвинул теорию гравитации, в которой постулат 3 не выполняется. Мы могли бы присоединиться к этой точке зрения, если бы система Абрагама была ковариантна относительно преобразований, которые в областях с постоянным гравитационным потенциалом переходят в линейные ортогональные преобразования; однако в теории Абрагама это, по-видимому, не так. Следовательно, эта теория не содержит в себе в качестве частного случая теорию относительности в том виде, как она развивалась до сих пор без учета тяготения. Против подобной теории говорят все те аргументы, которые были выдвинуты в пользу теории относительности в ее современном виде. По нашему мнению, безусловно, необходимо придерживаться постулата 3, если только не будет оснований, принуждающих отказаться от него; как только мы отказываемся от этого постулата, разнообразие возможностей становится необозримым» [64].

Последний пассаж А. Эйнштейна помимо изящества совершенно не информативен. Повторим мысль о том, что в конкретных рассуждениях совершенно безразлично, является гравитационный потенциал вектором или скаляром. Вместе с тем физический смысл теории Г. Нордстрема

А. Эйнштейн охарактеризовал верно. А поскольку в работах, посвященных теории гравитации, он пытался «найти обобщение уравнений Пуассона» [65], попытаемся это сделать с помощью простейших преобразований, применимых к вращающимся телам.

$$\Delta\varphi = 4\pi G\rho, \quad (3.19)$$

$$\rho = \frac{3\pi}{cT^2}, \quad (3.20)$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega}, \quad (3.21)$$

$$\rho = \frac{3\omega}{2GT}, \quad (3.22)$$

но

$$\omega = \frac{V}{R}, \quad (3.23)$$

$$\rho = \frac{3}{2} \frac{V}{RGT}, \quad (3.24)$$

$$\rho = \frac{3}{2} \frac{g}{RG}, \quad (3.25)$$

где g — ускорение, тогда

$$\Delta\varphi = \frac{6\pi g}{R} \quad (3.26)$$

при $R \rightarrow \max$, $\Delta\varphi \rightarrow \min$. То есть инерция возрастает.

Последнее уравнение очень интересно. Оно свидетельствует, что во вращающихся системах гравитационный потенциал зависит только от ускорения и радиуса вращения.

Инерция тела действительно тем больше, чем оно дальше от источника гравитационного потенциала. Торжество концепции Г. Нордстрема означает, что А. Эйнштейн ошибался на протяжении многих лет. Тем не менее он старался найти различие в обеих теориях:

«Часы идут тем медленнее, чем большие массы расположены вблизи них. Интересно отметить, что этот же результат получается и в теории Нордстрема... Таким образом, согласно излагаемой теории и в противоположность теории Нордстрема, световые лучи искривляются гравитационным полем» [66].

Здесь скорее непреднамеренно А. Эйнштейн искажает суть различия обеих теорий. В концепции Нордстрема речь идет только о сохранении

постоянной скорости света. Хотя в трактовке Эйнштейна это одно и то же. В этом и заключается огромная и принципиальная разница в понимании различия этих теорий. А. Эйнштейн констатирует, по крайней мере частичную, правоту Г. Нордстрема [67] и в 1914 г. пишет:

«Удалось построить две теории, удовлетворяющие выдвинутым выше требованиям, а именно: теорию Нордстрема и теорию Эйнштейна—Гроссмана. Первая из них более проста и, с точки зрения первоначальной теории относительности, более очевидна; именно, первая сохраняет фундаментальное предположение, что пространственно-временные системы отсчета можно выбирать так, что в них свет распространяется в вакууме с одинаковой скоростью с (принцип постоянства скорости света).

Теория Эйнштейна—Гроссмана сложнее, чем теория Нордстрема, поскольку она отказывается от принципа постоянства скорости света и потому приходит к необходимости обобщения теории относительности. Зато она устраняет гносеологический недостаток, свойственный прежней механике, который давно был замечен проницательными философами, в особенности Эрнстом Махом»⁴⁶ [68].

А. Эйнштейн не понимает или не хочет понимать, что искривление лучей света в гравитационном поле необязательно сопровождается изменением линейной скорости света. Меняется только угловая скорость $V = \omega R$. В той же статье он продолжает:

«Выбор между двумя теориями должен быть сделан на основе сравнения с опытом, поскольку согласно теории Эйнштейна—Гроссмана, в противоположность теории Нордстрема, гравитационное поле должно приводить к искривлению световых лучей. Поскольку единственным гравитационным полем, могущим дать наблюдаемое на опыте искривление света, является гравитационное поле Солнца, предпринимается тщательная подготовка к солнечному затмению в августе 1914 г.: фотоснимки неподвижных звезд, близких к краю солнечного диска, должны установить, действительно ли существует искривление световых лучей» [69].

Создается впечатление, что эксперимент по определению отклонения опровергает либо в состоянии отвергнуть теорию Г. Нордстрема, хотя это не соответствует действительности.

Важно другое, пользуясь прозрачной идеей о том, что гравитация изменяет линейную скорость света, на протяжении многих лет Эйн-

⁴⁶ Замечание о топологическом преимуществе собственной теории не несет никакого физического содержания, но в полной мере отражает гениальные полемические способности А. Эйнштейна.

штейн разрабатывает изощренную концепцию, впоследствии названную общей теорией относительности. В этой идее скорость света, с одной стороны, постоянна, поскольку этого требует специальная теория относительности. С другой стороны, она переменна, так как искажается геометрией пространства, которую А. Эйнштейн отождествляет с гравитацией. Казуистичность подхода и в самом деле привела к созданию самой красивой математически обоснованной концепции в истории человечества. Вместе с тем она содержит тезис, неприемлемый, с точки зрения автора настоящей книги.

Линейная скорость света есть величина переменная, зависящая от гравитационного потенциала.

В заключение отметим, что последователи А. Эйнштейна, в частности В. Паули, как говорится, поверили ему на слово. Их комментарий теории Г. Нордстрема по существу сводится к перефразировке высказываний А. Эйнштейна. Но не будем голословны. Цитируем В. Паули:

«Теория Нордстрема не может быть принята, так как, во-первых, она не удовлетворяет общему принципу относительности (или, во всяком случае, не удовлетворяет ему простым и естественным образом, во-вторых, она противоречит опыту — не приводит к искривлению световых лучей, а для движения перигелия Меркурия дает неправильный знак» [70].

Оставим на совести автора высказывание о перигелии Меркурия — это дань времени. Остаются все те же два аргумента, заимствованные из работ А. Эйнштейна: внешняя красота и ложное замечание о неискривлении световых лучей. И вопрос. А разве все замеры отклонения светового луча проводились в системе с переменным гравитационным потенциалом? А теперь возвращаемся к первому эпиграфу.

На наш взгляд, нет ничего такого, что бы претендовало на доказательство непостоянства скорости света. В этой связи мы, как говорят юристы, остаемся верны концепции, подтвержденной экспериментально, а именно: скорость света есть величина постоянная.

В принципе идея Эйнштейна о зависимости скорости света от свойств матрицы логична и проста. Если предположить, что матрица в сущности является мерой анизотропии пространства (точнее, гравитационной анизотропии), то увеличение или уменьшение плотности гравитационного поля должно изменить состояние среды, сопротивляющейся движению, и скорость света должна изменяться. Но тут возникает вопрос, подлежат ли изменению обе его составляющие (собственно скорость и частота) или только одна из них. Возвращаясь к принципу экономичного подхода П. Эткинса или бритве Оккама, следует полагать, что изменения параметров одной из составляющих перемещения фотона вполне доста-

точно, что и происходит на практике. Изменяется характеристика поперечного перемещения кванта, или, образно говоря, тот параметр, с помощью которого квант «ввинчивается» или раздвигает пространство. Скорость продольного перемещения остается постоянной.

§ 3.4. Экспериментальная проверка общей теории относительности

Четыре эксперимента пока что составляют весь материал по экспериментальной проверке общей теории относительности. Это составляет разительный контраст с изобилием экспериментальных фактов, подтверждающих квантовую теорию.

Дж. Вебер

Простое рассуждение показывает, что путь луча света, распространяющегося в инерциальной системе K' , совершающей ускоренное поступательное движение, будет криволинейным. Отсюда мы заключаем, что лучи света искривляются гравитационным полем; в соответствии с принципом Гюйгенса это означает, что скорость света в гравитационных полях является функцией точки.

А. Эйнштейн

Всякая точка, встреченная световой волной, может быть рассматриваема как центр элементарных возмущений; однако эти элементарные волны оказывают заметное действие только на поверхности, которая огибает эти элементарные волны.

Принцип Гюйгенса

Странно комментировать рассуждения А. Эйнштейна о взаимосвязи скорости света с принципом Гюйгенса. Начнем с того, что Христиан Гюйгенс (1629–1695) ничего не знал о постоянстве скорости света. В простейшей форме его принцип гласит, что всякую точку волны можно рассматривать как самостоятельный источник волн.

Автор полагает, что, возможно, в русском переводе фрагмента статьи А. Эйнштейна [71] допущена неточность в расстановке знаков препинания⁴⁷. Фраза должна читаться так:

⁴⁷ Возможно, что А. Эйнштейн невнимательно читал корректуру статьи.

«Отсюда мы заключаем, что лучи света искривляются гравитационным полем в соответствии с принципом Гюйгенса; это означает, что скорость света в гравитационных полях является функцией точки».

Формулировка неточна. В изотропной среде меняются только направления радиусов-векторов, длины которых (ds) равны $c \Delta t$. Нам представляется, что принцип Гюйгенса, наоборот, констатирует постоянство скорости света, а не его изменение. Заметим, что при скоростях света, с точки зрения математического формализма, законы СТО не действуют.

Четыре эксперимента, о которых говорит Дж. Вебер, — это опыт Этеша по наблюдению принципа эквивалентности. В его справедливости никто не сомневается. Другие три способа, предложены А. Эйнштейном:

1. Отклонение света (излучения)⁴⁸ Солнцем.
2. Процесии перигелия орбит внутренних планет.
3. Гравитационное красное смещение спектральных линий.

Как справедливо отмечает С. Вейнберг: *«Опыты [третьего типа] позволяют проверить только принцип эквивалентности, поэтому нет необходимости рассматривать его здесь»* [72].

Соглашаясь с С. Вейнбергом, мы, тем не менее, приведем результаты анализа этих экспериментов, осознавая, что они имеют косвенное отношение к спорной проблеме существования метрики и, на наш взгляд, только констатируют изменение частоты света. Вычисления перигелия орбит вообще не имеют отношения к проблеме.

Таким образом, существует только один эксперимент, согласно которому доказательство влияния метрики пространства на скорость света — это замедление скорости световых лучей. Заметим, что в методическом плане мы рассматриваем геометрические схемы, в которых производится анализ расстояний. Изменение длины пути и скорости далеко не одно и то же. Но будем последовательны.

Отслеживание или анализ расчетов А. Эйнштейном искривления лучей в гравитационном поле похоже на детективный роман. Следует отдать должное А. Эйнштейну, обладавшему исключительной ясностью мышления и способностью набрасывать вуаль тайны на элементарные вещи.

Вначале мнение А. Пайса:

«Применив принцип Гюйгенса, Эйнштейн обнаружил, что луч света, уходя «на бесконечность», испытывает отклонение в сторону источника поля (в радианах):

⁴⁸ Измерения отклонения радарного эха, приходящего от Солнца, были выполнены позднее. Но идея та же, что и у А. Эйнштейна — отклонение пути излучения.

$$\alpha = 2GM/\Delta c^2, \quad (3.27)$$

где G — гравитационная постоянная, M — масса источника поля, Δ — расстояние максимального сближения, c — скорость света (в вакууме). Для луча света, проходящего около Солнца, $\Delta \approx 7 \cdot 10^{10}$ см, $M \approx 2 \cdot 10^{33}$ г и $\alpha = 0,87''$ (Эйнштейн получил значение $0,83''$). Через четыре года он добавил к этому результату множитель 2» [73].

У читателя поневоле создается впечатление, что А. Эйнштейн воспользовался каким-то малоизвестным приемом, чтобы получить столь значимый результат.

Теперь возвращаемся к работе А. Эйнштейна 1911 г. Мы уже отмечали, что она базируется на неверных предположках, где $\frac{v}{v_0} = \frac{c}{c_0}$. Тем не менее цитируем:

«Для отклонения α , которое луч света испытывает на любом пути s , в сторону n' получаем выражение

$$\alpha = -\frac{1}{c^2} \int \frac{\partial \Phi}{\partial n'} ds, \quad (3.28)$$

где Φ — гравитационный потенциал.

По формуле (3.28) луч света, проходящий мимо какого-либо небесного тела, испытывает отклонение в сторону убывания гравитационного потенциала, т. е. в сторону небесного тела, равное

$$\alpha = \frac{1}{c^2} \int_{\vartheta = -\frac{\pi}{2}}^{\vartheta = +\frac{\pi}{2}} \frac{kM}{r^2} \cos \vartheta ds = \frac{2kM}{c^2 \Delta}, \quad (3.29)$$

где k — гравитационная постоянная, M — масса небесного тела, Δ — расстояние от луча до центра небесного тела» [74].

Поскольку речь идет о Солнце, перепишем уравнение А. Эйнштейна в виде:

$$\alpha = \frac{2G M_{\odot}}{c^2 R_{\odot}}. \quad (3.30)$$

Ускорение силы тяжести на поверхности Солнца

$$g_{\odot} = \frac{GM_{\odot}}{R_{\odot}^2}. \quad (3.31)$$

Или, подставляя в (3.30),

$$\alpha = \frac{2 R_c g_c}{c^2}. \quad (3.32)$$

Но скорость света на поверхности Солнца, если он совершает свой путь по искривленной траектории:

$$v = \sqrt{R_c g_c}. \quad (3.33)$$

И таинственное уравнение преобразуется к виду

$$\alpha = \frac{2 v^2}{c^2}, \quad (3.34)$$

где v — скорость света, огибающего поверхность солнца по искривленной траектории.

Коэффициент 2 здесь ни к чему. В понимании А. Эйнштейна, α равно удвоенному отношению квадрата дуги к хорде⁴⁹. И если подходить к уравнению корректно, то его надо записывать так:

$$\cos \alpha = \frac{s_1}{s_2}, \quad (3.35)$$

где: s_1 — путь, пройденный за один и тот же промежуток времени искривленным лучем; s_2 — путь, пройденный со скоростью света.

По условиям эксперимента, который А. Эйнштейн подробно описывает в работе 1917 г. «О специальной и общей теории относительности», ни о какой синхронизации времени не могло быть и речи. Неизвестно, что измерялось и каким образом.

Чтобы не быть голословными, цитируем пассаж из статьи полностью:

«Этот результат допускает экспериментальную проверку путем фотографирования звезд во время полного солнечного затмения. Единственной причиной, почему мы должны выбирать такой момент, является то, что во всякое другое время земная атмосфера, освещенная Солнцем, светит настолько сильно, что делает невидимыми звезды, расположенные вблизи диска Солнца. Предсказываемый эффект можно ясно видеть из рис. 3.2. Если бы Солнца (S) не было, то практически бесконечно удаленную звезду при наблюдении с Земли мы увидели бы в направлении D₁. Но вследствие отклонения Солнцем луча света от звезды мы будем видеть звезду в направлении

⁴⁹ Мы еще вернемся к этому соотношению

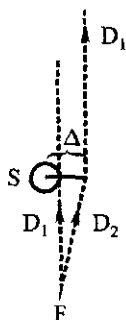


Рис. 3.2. Схема отклонения Солнцем световых лучей

D_2 , т. е. на несколько большем расстоянии от центра диска Солнца, чем ее реальное положение.

На практике это проверяется следующим образом. Звезды, находящиеся вблизи Солнца, фотографируются во время солнечного затмения. Затем делается вторая фотография тех же звезд, когда Солнце находится в другой части неба, т. е. на несколько месяцев раньше или позже. При сравнении фотографии, сделанной во время солнечного затмения, с этой контрольной фотографией положения звезд должны оказаться смещенными в радиальном направлении (от центра солнечного диска) на величину, соответствующую углу α .

Исследованием этого важного вывода мы обязаны Королевскому обществу и Королевскому астрономическому обществу. Несмотря на войну и вызванные ею трудности материального и психологического характера, эти общества снарядили две экспедиции — в Собраль (Бразилия) и на о. Принсипи (у побережья Западной Африки) — и послали нескольких знаменитых английских астрономов (Эддингтона, Коттингэма, Кроммелина и Дэвидсона) для фотографирования солнечного затмения 29 мая 1919 г. Ожидавшиеся относительные смещения положений звезд на снимках солнечного затмения по сравнению с контрольными снимками достигали лишь нескольких сотых долей миллиметра. Таким образом, при фотографировании и в последующих измерениях была необходима высокая точность.

Таблица 3.1

Результаты измерений

Номер звезды	Первая координата		Вторая координата	
	наблюдаемое значение	вычисленное значение	наблюдаемое значение	вычисленное значение
11	- 0,19	- 0,22	+ 0,16	+ 0,02
5	+ 0,29	+ 0,31	- 0,46	- 0,43
4	+ 0,11	+ 0,10	+ 0,83	+ 0,74
3	+ 0,20	+ 0,12	+ 1,00	+ 0,87
6	+ 0,10	+ 0,04	+ 0,57	+ 0,40
10	- 0,08	+ 0,09	+ 0,35	+ 0,32
2	+ 0,95	+ 0,85	- 0,27	- 0,09

Результаты измерений весьма удовлетворительно подтвердили теорию. Две прямоугольные координаты наблюдавшихся и вычисленных отклонений звезд (в угловых секундах) приведены в табл. 3.1» [75].

Независимо от того, что измеряли наблюдатели, объективный разброс значений очень велик, чтобы по ним можно было прийти к каким-либо количественным характеристикам, тем не менее это было сделано.

В работе 1915 г. А. Эйнштейн высказывает новую мысль:

«Применив принцип Гюйгенса, простым вычислением находим, что световой луч, проходящий мимо Солнца на расстоянии Δ , испытывает угловое отклонение на величину $\frac{2\alpha}{\Delta}$, тогда как прежние вы-

числения давали значение $\frac{\alpha}{\Delta}$. Световой луч, проходящий вблизи поверхности Солнца, должен испытывать отклонение на угол $1,7''$ (вместо $0,85''$)»⁵⁰ [76].

Этим сообщением А. Эйнштейн по сути дезавуирует предыдущий результат и удваивает ранее полученное значение, не приводя никаких вычислений, он исходит из ссылок на тензоры. Последний пассаж, возможно, самый значимый:

«Согласно общей теории относительности, луч света, проходя через гравитационное поле, должен искривляться подобно тому, как искривляется траектория тела, движущегося в гравитационном поле. Согласно этой теории, можно ожидать, что луч света, проходящий мимо какого-либо небесного тела, должен отклониться в направлении последнего. Для луча света, проходящего мимо Солнца на расстоянии Δ радиусов Солнца от его центра, угол отклонения α будет составлять

$$\alpha = \frac{1,7 \text{ секунды}}{\Delta}.$$

Можно добавить, что половина этого отклонения вызывается, согласно этой теории, ньютоновским полем тяготения Солнца, а другая половина — геометрическим искажением («искривлением») пространства, обусловленным Солнцем» [77].

А. Эйнштейн очень изящно выдвигает новую идею гибридизации, в который он отвергает результаты, полученные в последних расчетах,

⁵⁰ Это очень важное замечание. У меня сложилось впечатление, что А. Эйнштейн не проводил вычислений, а сделал этот вывод чисто интуитивно, основываясь на вкладе в метрику двух потенциалов.

по существу возвращаясь к первоначальным вычислениям и добавляя к ним отклонения, вызванные полем тяготения. По А. Эйнштейну, теперь $\alpha = \alpha_1 + \alpha_2$, где α_1 — эйнштейновский вклад в отклонении лучей (геометрия поля или метрика); α_2 — искривление за счет поля тяготения.

Не возражая в принципе против концепции аддитивности, автор не видит ни физического, ни математического обоснования искривления траектории лучей за счет геометрии. По-видимому, этот пассаж А. Эйнштейна или его отступление от лобового принятия концепции геометрии, точнее, уменьшения скорости света за счет искажения пространства, прошли мимо внимания современников, а затем вообще канули в Лету.

В энциклопедическом физическом словаре, изданном с 1936 по 1939 гг., сказано:

«Так как из специальной теории относительности следует, что энергия обладает инертной массой, то на основании принципа эквивалентности всякая энергия — в том числе световая — должна обладать также и тяжелой массой. Отсюда, между прочим, получается вывод о необходимости отклонения светового луча в гравитационном поле» [78].

Этот вывод, вполне согласующийся с ньютоновской теорией, вовсе не согласуется с теорией Эйнштейна, доказывающего нечто иное и доселе невозможное — геометрию пространства.

Изящество аргументов А. Эйнштейна сослужило добрую службу. Никто не заметил, что по существу высказаны три разные идеи, каждая из которых, якобы, достоверно доказывала торжество общей теории относительности.

На взгляд автора этой книги, события последовательно развивались следующим образом.

А. Пайс пишет:

«В заключение я хотел бы воздать должное немецкому геодезисту и астроному Йохану Георгу фон Зольднеру, который первым в 1801 г. ответил на вопрос Ньютона. «Надеюсь, не вызовет возражений то, что я рассматриваю луч света как массивное тело... Нельзя вообразить себе нечто существующее и воздействующее на наши органы чувств, но в то же время не имеющее свойств материи», — писал Зольднер. Им двигало желание внести возможные поправки в данные астрономических наблюдений. В основу своих расчетов он положил ньютонову теорию истечения, согласно которой свет состоит из частиц. При таком подходе расчет рассеяния света, проходящего около Солнца, сводится к задаче из ньютоновой теории рассеяния. Для световых частиц малой массы результат столь же мало зависит от данной массы, сколь мало результат расчета по

волновым формулам Эйнштейна зависит от частоты света. Зольднер проделал соответствующие вычисления и получил результат: $\alpha = 0,84''!!!$

В 1911 г. Эйнштейн не знал о работе Зольднера. Она была практически неизвестна широкому кругу физиков до 1921 г.» [79].

В этом году Ленард, пытаясь дискредитировать Эйнштейна, опубликовал ее. Но, возможно, А. Эйнштейн узнал о ее существовании в промежутке между 1911 и 1914 гг. Возражать против классических вычислений было трудно, и это в конце концов породило вначале вторую, а затем и третью примирительную концепцию⁵¹. С точки зрения формальной математики и наблюдения, ни то ни другое не служит даже малейшим намеком на подтверждение принципов ОТО.

Продолжим наш анализ. Отклонение светового луча может происходить не обязательно за счет изменения линейной скорости. Точнее, ее изменение (уменьшение) вовсе не указывает на кривизну. Рассматривая квант с чисто ньютоновских позиций как сгусток энергии, обладающий массой, мы обязаны считаться с тем, что луч света искривляется, приобретая угловое ускорение. С формальной точки зрения, уравнение должно быть записано в виде:

$$\alpha = \frac{1}{c^2} \int_{\alpha = -\frac{\pi}{2}}^{\alpha = +\frac{\pi}{2}} \frac{k_1 M}{R} \cos \alpha \, d\lambda = \frac{2k_1 M}{k_2 C^2}, \quad (3.36)$$

где $t = k_2 = \text{const.}$

Условно можно принять, что $t = 1$. В таком виде уравнение (3.36) имеет решение.

В уравнениях подобного типа даже теоретически невозможно получить в числителе коэффициент больше 2. И с точки зрения рис. 3.2 удвоение некорректно. Таким образом, удвоение угла, как это сделал А. Эйнштейн в более поздней статье, является процедурой, основанной отнюдь не на вычислениях.

Подставив в уравнение (3.36) значения, приводимые А. Пайсом, получим⁵²:

$$\alpha = \frac{6,67 \cdot 10^{-8} \cdot 2 \cdot 10^{33}}{9 \cdot 10^{20} \cdot 7 \cdot 10^{10}} = 0,211 \cdot 10^{-5} \text{ рад} \approx 0,87''.$$

⁵¹ Сказанное — только гипотеза автора. Возможно, А. Эйнштейн исходил из совершенно других соображений.

⁵² $1'' \approx 0,485 \cdot 10^{-5} \text{ рад.}$

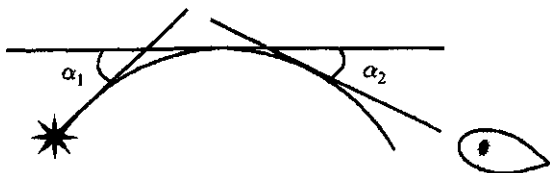


Рис. 3.3. Схема, обосновывающая удвоение угла

Трудно упрекнуть Эйнштейна в простом и примитивном удвоении значения угла α , тем более что результатов более поздних экспериментов он не знал. На чем же основывалась его логика? И нам приходит в голову простая схема (рис. 3.3).

По отношению к горизонту Солнца, или любого другого массивного тела, свет действительно в течение прохождения поперечника Солнца дважды поворачивается на угол отклонения α , поскольку $\alpha_1 = \alpha_2$. Однако это явление происходит и под влиянием тяготения. Геометрия здесь ни при чем, просто Зельдер тоже, как и А. Эйнштейн, обязан был провести удвоение угла. Компромисс, предлагаемый Эйнштейном, не может быть принят во внимание, поскольку в рамках проведенных расчетов доказать влияние геометрии пространства, которой, кстати, нет, попросту невозможно.

Для другой оценки можно исходить из других предпосылок. Предположим, поверхность Солнца представляет горизонтальную площадку на всем протяжении его поперечника (Солнце прямоугольно). Тогда отклонение луча мы можем решать аналогично простой задаче, когда тело брошено с поверхности под оптимальным углом, чтобы обеспечить ему максимальную дальность полета. Траектория тела (луча) есть парабола (рис. 3.4),

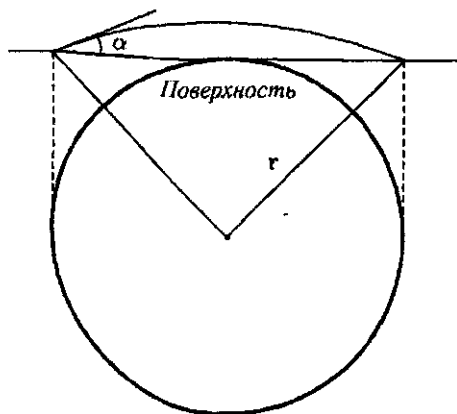


Рис. 3.4. Траектория луча, пущенного из-за горизонта Солнца

$$S = \frac{c^2 \sin 2\alpha}{g_c}, \quad (3.37)$$

где g_c — ускорение на поверхности Солнца.

Уравнение не вполне точно отражает реальность, поскольку g_c в конкретном случае меньше g_c реального, но для ориентировочных расчетов нет смысла уточнять величину g , хотя это и несложно³³. Желательнее сохранить простоту формулы:

$$\sin 2\alpha = \frac{S \cdot g_c'}{c^2}.$$

Принимаем: $S = 1,4 \cdot 10^6$ км, $g_c' = 274,4 \cdot 10^{-3}$ км/с²,

$$\sin 2\alpha = \frac{1,4 \cdot 10^6 \cdot 274,4 \cdot 10^{-3}}{9 \cdot 10^{10}} = 4,27 \cdot 10^{-6}.$$

Таким образом, двойной угол, который видит наблюдатель при отклонении луча, тоже получается очень малой величиной. 2α находится в диапазоне $0,88''$. Здесь важно не абсолютное значение угла, а то, что отклонение луча рассчитывается только на основании значений тяжелой массы, без поправок на геометрию. Таким образом, концепция искривления световых лучей под влиянием только свойств пространства не имеет логической подоплеки.

Вывод важен. Доказательство этого тезиса делает сомнительной общую теорию относительности в области доминанты геометрических построений, и тогда ничто не мешает признать, что геометрия является локальным отражением перемещения и взаимодействия кванта с пространством. При любом последующем анализе невозможно исключить вклад тяготения в искривление светового луча, обладающего массой. Для сомневающихся вопрос о вкладе геометрии в суммарное отклонение остается открытым, по крайней мере, до тех пор, пока мы не сумеем ответить на вопрос, а в чем собственно может заключаться вклад геометрии в искривление пространства?

Мы подошли к последней идее А. Эйнштейна, анализ которой позволяет утверждать, что должно существовать два вклада в искривление лучей:

- гравитационный (или традиционный, вытекающий из концепции Ньютона);
- релятивистский, вызванный существованием метрики.

³³ g_c принимает значения от $g_0/\sqrt{2}$ до g_0 .

Геометрические построения, основанные на формулах, могут подтвердить сам факт существования угла отклонения, и это отклонение может совпадать либо не совпадать с экспериментом. Однако трудно представить, что при существующем подходе можно с помощью тензорного анализа либо других методов получить формулу, отражающую индивидуальный вклад метрики. Поэтому либо формула должна быть двухкомпонентной, отражая суперпозицию двух искажений, либо просто геометрической констатацией угла отклонения без предыстории его образования.

Вернемся к анализу выражения (3.34), предложенного А. Эйнштейном. После уничтожения ненужной двойки получим:

$$\alpha = \frac{g^2}{c^2}. \quad (3.38)$$

И вспомним, что

$$\alpha = g = \frac{GM}{c^2 R}. \quad (3.39)$$

С. Вейнберг анализирует уравнение для смещения спектральных линий:

$$\alpha \frac{\Delta v}{v} = \varphi(x_2) - \varphi(x_1) \quad (3.40)$$

(для однородного гравитационного поля этот результат можно было бы получить непосредственно из принципа эквивалентности без введения метрики или аффинной связности).

Применим соотношение (3.40) к случаю, когда свет, испускаемый поверхностью Солнца, наблюдается на Земле. Гравитационный потенциал Солнца можно вычислить по формуле:

$$\varphi_{\odot} = \frac{-GM_{\odot}}{R_{\odot}}, \quad (3.41)$$

где $M_{\odot}$ и $R_{\odot}$ — масса и радиус Солнца;

$$M_{\odot} = 1,97 \cdot 10^{33} \text{ г},$$

$$R_{\odot} = 0,695 \cdot 10^6 \text{ км},$$

а G — гравитационная постоянная

$$G = 6,67 \cdot 10^{-8} \text{ эрг} \cdot \text{см} / \text{г}^2 = 7,41 \cdot 10^{-29} \text{ см} / \text{г}$$

(здесь, как мы условились, $c = 1$, а потому одна секунда равна $3 \cdot 10^{10} \text{ см}$; в единицах СГС величина $7,41 \cdot 10^{-29} \text{ см} / \text{г}$ соответствует G/c^2). Отсюда находим, что потенциал на поверхности Солнца равен

$$\Phi_0 = -2,12 \cdot 10^{-6}.$$

По сравнению с Φ_0 гравитационным потенциалом Земли можно пренебречь. В этом случае частота света, приходящего от Солнца, будет смещаться в сторону красной части спектра на $2,12 \cdot 10^{-6}$ по сравнению с частотой света, испускаемого атомами на Земле.

Трудность в измерении гравитационного красного смещения солнечного света можно оценить, вспомнив, что движение источника со скоростью v вдоль оси Земля — Солнце приведет к дополнительному доплеровскому сдвигу частоты $\Delta\nu/\nu = v$ и, следовательно, доплеровский сдвиг сравняется с гравитационным красным смещением уже при скорости $2 \cdot 10^{-6}$, или, в единицах СГС, при $v = 0,6$ км/с» [80].

Таким образом, по С. Вейнбергу, φ — ньютоновский потенциал

$$\vartheta = \frac{-GM}{Rc^2} = \frac{V^2}{c^2} = -2,12 \cdot 10^{-6},$$

где $\vartheta = Q$ — заниженная скорость света, обусловленная кривизной.

Или⁵⁴

$$R = -\frac{GM}{V^2}. \quad (3.42)$$

Его можно переписать для кинетической энергии

$$\frac{MV^2}{2} = \frac{GM^2}{R}, \quad (3.43)$$

но, переходя к скорости света, мы получим уравнение, которое можно вывести и из других соображений, в частности, из законов Кеплера [81]:

$$R = GM/c^2. \quad (3.44)$$

С точки зрения логики и учета кинетической и потенциальной энергии, при переходе к скорости света оно более правильно, чем уравнение К. Шварцшильда. Другое соображение — радиус сферы в данном уравнении оказывается в 2 раза больше, чем в уравнении Шварцшильда, что также свидетельствует о его корректности. Последнее утверждение представляется очень важным и может быть понято только в совокупности с осмыслением того, как А. Эйнштейн пришел к понятию метрики.

Концепция А. Эйнштейна сводилась к тому, что инерция или комбинированное воздействие инерции и гравитации существует в любой сис-

⁵⁴ Знак (-) здесь необязателен, он просто обозначает кривизну.

теме отсчета. Гравитационное поле, как результирующее этих воздействий, собственно и управляет метрикой пространства. Или в другом понимании, метрика пространства является функцией суммарного вклада различных гравитационных эффектов. Луч света в гравитационном поле (вне зависимости от того, изотропно оно или нет) совершает множество элементарных перемещений (ds_i). Совокупная кривая этих перемещений — является следом метрики. В физическом смысле метрика как суперпозиция гравитационных полей — объективная реальность. То есть в каждой точке пространства существует свой гравитационный потенциал, зависящий от присутствия масс и сил инерции.

Однако нельзя утверждать, что кривизна пространства существует сама по себе⁵⁵. Специфическое свойство гравитации состоит в том, что для его обнаружения необходимо пробное тело, обладающее массой или энергией (сгусток энергии). Только перемещение пробного тела в пространстве способно дать представление о его кривизне. И, конечно, в общем случае путь луча может сколь угодно много раз менять свое положение в пространстве. В обиходе кратчайшее направление, выбранное лучом, называется геодезической.

В. Паули, цитируя Г. Вейля, пишет: «Геодезической линией называется кривая, направление которой во всех точках постоянно» [82].

С этим определением можно спорить. Если выбрать в качестве системы отсчета ось, то винтовая линия, конечно, тоже будет геодезической, разумеется, в своей системе координат.

Очевидно, что путь точки определяется метрикой или гравитационным потенциалом. И более или менее точное решение уравнений гравитационного поля возможно только при внесении в расчеты определенных ограничений. К. Шварцшильд для невращаемого шара получил решение⁵⁶

$$R = \frac{2MG}{c^2}. \quad (3.45)$$

Радиус, при котором в стандартных координатах наступает коллапс, называется шварцшильдовским радиусом массы M .

Стивен Вейнберг пишет:

«Очень массивное тело может коллапсировать до радиуса, много меньше его шварцшильдовского радиуса, но, за одним гипотетическим исключением, сингулярность Шварцшильда, кажется, не имеет отношения к реальному миру» [83].

Еще два небольших замечания С. Вейнберга:

⁵⁵ Это высказывание, с философской точки зрения, может быть оспорено.

⁵⁶ Шар несжимаем в динамике, но это, образно говоря, резиновый шар, стремящийся к сжатию, в каждой точке которого существует тензор напряжения.

*«Если гравитационный коллапс — действительно неизбежный конец эволюции массивных тел, то мы должны ожидать, что Вселенная полна черных дыр — коллапсирующих тел, чье существование выдают только их гравитационные поля или энергия, освобождающаяся при стягивании материи»*⁵⁷ [84].

*«Наиболее замечательной особенностью стационарной модели является не метрика, а необходимость непрерывного рождения вещества»*⁵⁸ [85].

Теперь мы можем приступить к анализу сферы Шварцшильда. Решение, полученное им, скорее всего, является завышенным в два раза, либо обозначает верхний предел радиуса, при котором начинается коллапсирование.

А. Эйнштейн писал:

«Каждому количеству энергии E в гравитационном поле соответствует потенциальная энергия, по величине равная потенциальной энергии «тяжелой» массы величиной E/c^2 » [86].

Это высказывание в полной мере соответствует теореме вириала. Для кванта полная энергия всегда равна потенциальной или в 2 раза больше энергии любой частицы, движущейся с досветовой скоростью.

Таким образом, реальный радиус коллапса вычисляется по формуле:

$$R = \frac{MG}{c^2}. \quad (3.46)$$

Мы уделили столько внимания, казалось бы, отвлеченной проблеме, поскольку последние астрономические данные свидетельствуют о присутствии во Вселенной значительного количества темной массы. Черные дыры — один из основных, а может быть, и основной механизм, которым природа компенсирует гравитационное возмущение. Черная дыра — есть лаборатория, в которой стуски энергии (излучение), перемещающиеся со световой скоростью, наращивают свой объем и трансформируются в сверхплотное энергетическое состояние (или массу), из которого при «взрыве» дыры образуется вещество.

Сфера Шварцшильда, или в другой терминологии «гравитационный горизонт», означает стремление вещества к «окукливанию». Масса, замкнутая собственным гравитационным полем, не излучает. И это стремление означает лавинообразное изменение гравитационного потенциала под влиянием тяготения и инерции.

⁵⁷ Эта теория соответствует концепции, изложенной в моей книге «Физические начала Мироздания».

⁵⁸ Это характерно практически для всех моделей существования Вселенной.

Полагая, в полном соответствии с воззрениями А. Эйнштейна, что это «стремление» и есть суммарный потенциал, мы можем считать, что отклонение светового луча (но отнюдь не изменение скорости) и является проявлением метрики.

Дж. Вебер определял величину отклонения света в гравитационном поле с помощью уравнения Шварцшильда [87]:

$$\cos \vartheta = -\frac{MG}{c^2 r_0} (1 + \sin^2 \vartheta), \quad (3.47)$$

обозначив

$$\vartheta_1 = \frac{\pi}{2} + \frac{\delta\vartheta}{2} \text{ и } \vartheta_2 = -\frac{\pi}{2} - \frac{\delta\vartheta}{2}. \quad (3.48)$$

Он нашел:

$$\delta\vartheta = \frac{4MG}{c^2 r_0}. \quad (3.49)$$

С. Вейнберг, используя другой метод расчета — разложение Робертсона, получил [88]:

$$\alpha = \frac{4MG}{R} \left(\frac{1+\gamma}{2} \right). \quad (3.50)$$

Общая теория относительности дает $\gamma = 1$ и потому

$$\alpha = \frac{4MG}{R}. \quad (3.51)$$

В концепции Ньютона $\gamma = 0$, тогда

$$\alpha = \frac{2MG}{R}. \quad (3.52)$$

И никакого противоречия между теориями нет. Мы попросту подпадаем под последнее предсказание А. Эйнштейна. Отклонение света — есть результат влияния метрики⁵⁹ или тяготения.

Соглашаясь с концепцией ОТО, автор хотел бы заметить, что простое удвоение угла, следующего из математического формализма, вряд ли в полной мере характеризует суперпозицию суммарного гравитационного потенциала Солнца или другого массивного тела. Оно только констатирует существование принципа Эйнштейна или метрики, воздействующей на любое пробное тело.

⁵⁹ Это только версия. Более подробно эффект будет рассмотрен в следующем параграфе.

Выводы

1. Геометрическая интерпретация движения светового луча (или другого излучения) вблизи тяготеющей массы (например, Солнца) позволяет оценить угол его отклонения от прямолинейного пути под влиянием метрики, создаваемой тяжелой и инерционной массами.
2. Замеры в действительности характеризуют торжество ОТО, поскольку измеряемый угол возникает под влиянием потенциала, создаваемого как ускорением тяготения, так и силами инерции.
3. Поскольку эти замеры проводятся без синхронизации времени, а оно даже в принципе по условиям эксперимента не может быть синхронизировано, речь может идти только об отклонении траектории движения, а не изменении скорости света.

§ 3.5. Инвариантность

За сорок лет, прошедших после попытки Майкельсона обнаружить ожидавшееся движение Земли относительно эфира, мы отказались от всего, чему нас учили раньше, создали постулат, самый бессмысленный из всех, который мы только смогли придумать, и создали неньютоновскую механику, согласующуюся с этим постулатом. Достиженный успех — превосходная дань нашей умственной активности и нашему остроумию, но нет уверенности, что нашему здравому смыслу.

В. Максвелл

Это несовершенство связано с тем, что в некоторых отношениях я сам еще не пришел к полной ясности.

А. Эйнштейн

Предположим теперь, что каждый наблюдатель способен видеть ту систему, в которой находится другой наблюдатель, и изучать происходящие в ней явления.

Г. А. Лоренц

3.5.1. Топология

В этом параграфе мы коснемся одного из самых спорных вопросов специальной теории относительности (СТО), а именно ее внутреннего противоречия, заключающегося отнюдь не в математических выкладках, а в признании либо непризнании привилегированности одной из систем

отсчета. Формально СТО демократична, и один из ее основных принципов гласит, что привилегированных систем отсчета не существует, т. е. неподвижная относительно чего-либо система координат или система, движущаяся равномерно (без ускорения с постоянным, статическим гравитационным потенциалом), инвариантны.

Во всяком случае это утверждение полностью соответствует взглядам А. Эйнштейна, сказавшего:

«Если ограничиться областью постоянного гравитационного потенциала, то законы природы принимают чрезвычайно простую и инвариантную форму по отношению к множеству пространственно-временных систем, связанных друг с другом преобразованиями Лоренца с постоянным c [скоростью света]» [89].

Мы зафиксировали очень важный момент, как будто полностью соответствующий нашей логике. Системы, не испытывающие ускорения, вполне могут быть приняты как равноправные системы отсчета. Для наглядности можно привести пример, известный практически каждому человеку. Если вы сидите в купе поезда и смотрите в окно, зачастую (в зависимости от психологического настроения) вам представляется, что перемещается отнюдь не поезд, а все, что вы видите в окно. В принципе так оно и есть. Можно считать, что вагон стоит на месте, а рельсы и вся планета перемещаются относительно него.

Второй случай более сложен и является, в нашем понимании, ключевым. Он переносит нас из СТО в общую теорию относительности (ОТО). Один из основных ее постулатов провозглашает эквивалентность гравитационных полей, созданного массой и ускорением. А. Эйнштейн абсолютно прав, утверждая:

«Принцип эквивалентности открывает интересную перспективу — уравнения теории относительности, охватывающей гравитацию, должны быть инвариантны также относительно преобразований ускорения и вращения» [90].

Обе теории провозглашают принцип инвариантности систем отсчета или континуумов или их независимость и неизменность от чего бы то ни было, в частности, от скорости или гравитационного потенциала. Все системы отсчета равны между собой. Но в этом случае можно сформулировать вопрос, по отношению к чему действуют преобразования Лоренца? На этот вопрос существует простой ответ: по отношению к одной из систем, которую мы условно считаем покоящейся. Перрон и движущийся вагон как системы отсчета вполне могут меняться местами. Но эти, казалось бы, очевидные вещи вступают в противоречие друг с другом, когда мы, подчиняясь чисто психологическим факторам, начинаем абсолютизировать ту систему отсчета, в которой находимся. Абсолютизация одной из

систем и формальное использование уравнений СТО приводят к тому, что, как нам кажется, во второй системе начинают в реальности происходить некоторые не совсем приятные процессы (изменение времени, длины и массы). «Забычивость» принципа инвариантности имеет смысл только в том плане, что приходится считаться с другой идеей принципа абсолютной инвариантности систем отсчета. Он заключается в том, что если мы стоим на перроне и хотим знать, что реально происходит с физическими параметрами движущегося вагона, мы должны расширить нашу координатную систему таким образом, чтобы она охватила движущийся вагон, и таким образом лишить пассажиров, сидящих в вагоне, их системы отсчета. И уравнения СТО попросту теряют смысл. Если же мы находимся в позиции третьего стороннего наблюдателя, с дирижабля или вертолета наблюдаем, как ведет себя перрон или вагон, то мы вправе считать, что обе системы равноправны, но одна из них находится в условном покое (перрон), а другая перемещается (вагон). По отношению к перрону все, что происходит в вагоне, подчиняется СТО, однако абсолютизация перрона как системы отсчета носит иллюзорный характер. И все изменения, якобы происходящие в вагоне, не более чем плод нашего воображения. Системы отсчета равноправны. Суть СТО заключается именно в том, чтобы сторонний наблюдатель, летящий на дирижабле, в какой-то промежуток времени не вообразил, что могут существовать две равноправные системы отсчета. Каждый из стоящих на перроне или сидящих в вагоне вправе считать свою систему лучшей и единственной. И, следовательно, СТО провозглашает следующие принципы:

1. Все системы отсчета инвариантны между собой с позиций стороннего наблюдателя.
2. Каждая из систем отсчета, в которой находится наблюдатель, является инвариантно-привилегированной. Если наблюдатель хочет определить истинные или реальные физические параметры иной системы, он должен включить ее в свою систему отсчета, лишив координатных параметров.
3. СТО защищает и ограничивает права стороннего наблюдателя, подсказывая ему, что при наличии двух систем отсчета скорость света все равно является стабильной и постоянной величиной, и перед наблюдателем все равно стоит проблема примкнуть к одной из систем отсчета и тем самым абсолютизировать ее. А до этих времен, если он хочет рассматривать физические параметры двух систем одновременно, он должен считаться с тем, что одна из систем все равно становится условно подчиненной, и по отношению к первой в ней происходят псевдоявления, связанные с изменением физических параметров (длины и массы), но это только иллюзия, вызванная причудами математики,

призванной защищать, в отличие от воззрений А. Эйнштейна, привилегированность одной из систем отсчета.

4. СТО гласит: все системы отсчета инвариантны, т. е., равноправны, но в этом многообразии систем не должно быть двух и более адекватных систем отсчета. Одна из систем должна быть главенствующей и привилегированной.

Поясним на другом примере сущность нашего понимания инвариантности (рис. 3.5).

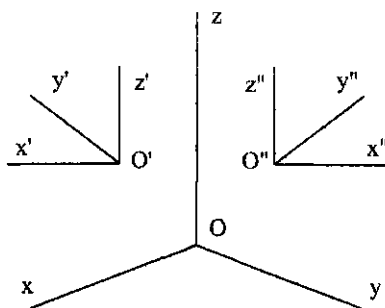


Рис. 3.5. Инвариантность систем со стороны наблюдателя

Пусть сторонний наблюдатель находится в системе x, y, z и от него в диаметрально противоположных направлениях со скоростью света разбегаются две системы x', y', z' и x'', y'', z'' . Иллюстрацией подобных систем является человек, держащий в правой и левой руке два зеркала и направляющий зайчики в разные стороны. Если перед наблюдателем стоит задача определить поведение физических величин, он может, в полном соответствии с теорией относительности, воспользоваться ее уравнениями и получить изменения длины, массы и времени в каждой из систем.

Нам только остается оценить, являются ли эти изменения реальностью или кажущимся состоянием.

Наблюдатель может, мысленно, конечно, поочередно перенести себя в правую или левую системы и убедиться в том, что и правая, и левая система, перемещающаяся в пространстве со световой скоростью по отношению к некой, условно выбранной точке, не испытывают никаких затруднений. Они живут по своим законам и, конечно же, в физическом плане не сокращаются и не увеличиваются. Равноправие систем свидетельствует об отсутствии реальных изменений в любой из них. Хотя кажущиеся изменения происходят, точнее, их так оценивает наблюдатель.

Получается парадокс наблюдателя. Он может поочередно опустить правую или левую руку и уничтожить один из миров. Тогда другой мир

сразу же признает наблюдателя своим отцом. И это справедливо, ведь он породил луч. Поочередно левая и правая системы включают наблюдателя в свое пространство. Но только поочередно. Каждый континуум живет своей жизнью, они существуют дискретно. Специальная теория относительности является буфером или мостом, стремящимся найти взаимопонимание между системами. Но это может происходить только в том случае, когда система отсчета изменится, а ее нулевая скорость, т. е. скорость наблюдателя, не станет равной скорости света по отношению к неподвижному лучу. В сущности наблюдателю все равно. М. Гарднер пипет:

«Ни один эксперимент, говорит общая теория [относительности], какого бы вида он ни был, не поможет наблюдателю, в каком бы движении тот ни находился, равномерном или неравномерном, отличить свое состояние от состояния покоя» [91].

Это высказывание развивает идеи Ньютона, и мы, возвращаясь к ним, констатируем: наблюдатель не в состоянии различить собственный покой от равномерного прямолинейного движения.

В нашем мысленном эксперименте, поочередно отождествляя наблюдателя с правой или левой системами отсчета, мы ни в коей мере не нарушаем права наблюдателя. Тем более что, с физической точки зрения, он действительно в состоянии в одно и то же время породить две разные системы отсчета. Понятно, что они инвариантны и независимы. Допустим, наблюдателю, находящемуся в правой системе, захочется воочию пообщаться с отцом-основателем своего континуума или мира. Но в это время отец-основатель посещает левый мир, который по размерам много меньше правого, например, имеет размер дома. Наблюдатель из правого мира справедливо полагает, что не будет ничего страшного, если он придет к отцу-основателю в гости. Тем самым миры совмещаются. По какой-то причине отец-основатель выходит из дома, но миры уже совмещены. И наблюдатель каждого из миров справедливо полагает, что скорость другого мира по отношению к его собственной скорости равна нулю. Скорость света не является совершенной величиной для оценки действий наблюдателя. В принципе отец-основатель мог и не посылать зайчик. Но, если этот мир материален, то у него существует гравитационное поле, распространяющееся также со скоростью света, и именно оно является идеальной системой отсчета.

В гравитационном поле системы или континуума существует только одна привилегированная система отсчета, в которой в конкретный момент находится наблюдатель. В этой системе скорость света постоянна, и никакие законы специальной теории относительности не действуют. Заметим, что система привилегированна не в физическом смысле, а только присутствием наблюдателя.

Не существует парадокса близнецов, поскольку каждый из них живет в своей системе отсчета, либо только один из них обязан считать свою

систему правильной и тогда безразлично, перемещаются ли обе ракеты со световой скоростью или одна из них еще не успела взлететь. Скорость второй ракеты в любых случаях равна нулю.

При подобном взгляде на вещи инвариантность любых систем отсчета, так же как и в теории относительности, не берется под сомнение. Единственное исключение — где сидит наблюдатель, точнее, как он ведет отсчет параметрам системы.

Здесь же мы бы хотели устранить другой парадокс, описание которого заимствовано у М. Гарднера:

«Если направить луч прожектора на экран, который достаточно велик и достаточно далеко расположен, то можно, поворачивая прожектор, сделать так, что пятно на экране будет двигаться по нему быстрее света. Здесь опять никакой материальный объект не движется, движение на самом деле является иллюзией. Если прожектор направить в пространство и начать его вращать, то удаленные части луча будут нестись в пространстве со скоростью много больше скорости света» [92].

Этот пример лишен всякого смысла и является традиционной ошибкой. Записав:

$$S_i = ct_i = 2\pi R_i,$$

где R_i — расстояние от точки фиксации луча до оси вращения, мы получим, что в каждый момент времени $t_1, t_2, \dots, t_n$ конец светового луча будет находиться на расстоянии от источника излучения $S_1, S_2, \dots, S_n$. Скорость света при этом никак не изменится. Она постоянна.

Рассмотрев основные кажущиеся парадоксы специальной теории относительности, мы вправе перейти к определению взаимоотношений наблюдателя с пространством.

Для начала приведем хорошо известную приткзку для определения семи цветов радуги: «Каждый охотник желает знать, где сидит фазан». У нас две возможности: один охотник и много фазанов, но у охотника только один патрон. Во втором варианте число охотников не имеет значения, поскольку фазан один. И в первом, и во втором случае ситуация однозначна — один охотник — один фазан. Один наблюдатель — одно (условно привилегированное) пространство.

Мы возвращаемся к идее М. Абрагама о невозможности существования двух континуумов с одинаковыми параметрами. Второго идентичного континуума попросту не существует. То есть в гравитационном поле каждого континуума возможна только одна система отсчета.

Как это часто случается в науке, точка зрения Эйнштейна стала доминантной. Идеи рано умершего Абрагама никто всерьез больше не рассматривал.

А. Пайс пишет: «Когда в ходе дискуссии Ми заметил, что теория Нордстрема выросла из работ Абрагама, Эйнштейн ответил: психологически — да, логически — нет» [93]. Ответ А. Эйнштейна, как всегда, изыщен. Между тем, Ми прав в большей степени, чем Эйнштейн. И ту и другую теории роднит постоянство скорости света...

Возвращаясь к системе наблюдатель — привилегированная система отсчета, хотелось бы внести ясность — она ни в коей мере не отвергает специальную теорию относительности. Сделать это невозможно. Введение наблюдателя в систему отсчета и название ее «привилегированной» просто придает специальной теории относительности большую абстрагируемость. Если наблюдатель хочет сделать какие-то наблюдения над второй непривилегированной системой, он обязан пользоваться законами СТО. Однако он должен понимать, что все изменения параметров непривилегированной системы не существуют — это голая абстракция.

Наделим нашего наблюдателя способностью перемещаться в ином измерении. Тогда привилегированная и непривилегированная системы меняются местами. Два космонавта, летящие на двух разных ракетах в разных направлениях с околосветовой скоростью, могут не опасаться ни за свою жизнь, ни за свои физические параметры. Для каждого из них только его ракета или система является привилегированной, в которой все параметры реальны. Непривилегированная система для каждого из них не более чем абстракция.

Деление систем на привилегированные и непривилегированные, конечно же, условно и определяется системой отсчета и позицией наблюдателя. Однако в сочетании с принципом постоянства скорости света они сводят к нулю достоверность всех вариантов общей теории относительности.

По существу различие между СТО и нашими воззрениями заключается не в правильности математических формул (на них никто не покушается), а в существовании или отсутствии привилегированных систем отсчета. С точки зрения СТО, парадоксы, вызванные изменениями физических параметров, действительно существуют. По мнению автора настоящей книги, их нет. Приводим один из аргументов в пользу СТО и парадокса близнецов. Типичный пример подобных рассуждений приводит М. Гарднер:

«Для тех читателей, которые любят численные примеры, приведем результат недавних расчетов Эдвина Макмиллана, физика из Калифорнийского университета в Беркли. Некий космонавт отправился с Земли к спиральной туманности Андромеды. До нее немного меньше двух миллионов световых лет. Космонавт первую половину дороги проходит с постоянным ускорением 2g, затем с постоянным замедлением в 2g вплоть до достижения туманности. (Это удобный способ создания постоянного поля тяготения внутри корабля на все время длинного путешествия без помощи вращения.) Обратный путь

совершается тем же способом. Согласно собственным часам космонавта, продолжительность путешествия составит 29 лет. По земным часам пройдет почти 3 миллиона лет!» [94].

В подобных суждениях локально игнорируется принцип Галилея (движение в обоих направлениях осуществляется с кратковременным изменением ускорения) и предполагается, что системы отсчета космонавта и землянина различны. Хотя можно считать, что космонавт в ракете пребывал на месте, а все манипуляции вокруг него осуществляла Земля. Туманность Андромеды не является каким-либо существенным аргументом, поскольку легко выбрать систему отсчета, в которой постоянна ракета, а туманность Андромеды, как и Земля, перемещается по направлению к ней.

В разные годы парадоксы СТО вызвали протесты или непонимание многих мыслителей. Среди них был Анри Бергсон — лауреат Нобелевской премии, много размышлявший над проблемами времени.

Точка зрения, которую утвердили последователи А. Эйнштейна, восторжествовала и стала преобладающей. Суть этих воззрений заключается именно во внешней привлекательности, красоте и математической неотразимости преобразований Лоренца. Вопрос о позиции наблюдателя и реальности изменений, о которых свидетельствуют, казалось бы, простые формулы СТО.

Другие суждения известных ученых, в частности, Герберта Дингля, высказанные ранее, также были направлены против парадоксальных ситуаций.

«Возражение Дингля, наиболее сильное из когда-либо выдвинутых против парадокса близнецов, заключается в следующем. Согласно общей теории относительности, не существует никакого абсолютного движения, нет «избранной» системы отсчета. Всегда можно выбрать движущийся предмет за неподвижную систему отсчета, не нарушая при этом никаких законов природы. Когда за систему отсчета принята Земля, то космонавт совершает длительное путешествие, возвращается и обнаруживает, что стал моложе брата-домоседа. А что произойдет, если систему отсчета связать с космическим кораблем? Теперь мы должны считать, что Земля проделала длительное путешествие и возвратилась назад. В этом случае домоседом будет тот из близнецов, который находился в космическом корабле. Когда Земля возвратится, не станет ли брат, находившийся на ней, моложе? Если так произойдет, то в создавшемся положении парадоксальный вызов здравому смыслу уступит место очевидному логическому противоречию. Ясно, что каждый из близнецов не может быть моложе другого» [95].

В дискуссии, которую можно вести бесконечно, суть проблемы усложняется тем, что не затрагивается ни одна из формул СТО. Вопрос о

парадоксах, возможно, является ключевым в понимании особенностей СТО, точнее, границ использования. Вначале о терминологии. В. Паули пишет:

«Имеется бесконечное множество равномерно и прямолинейно движущихся друг относительно друга систем отсчета, в которых все явления протекают одинаковым образом. Мы будем, следуя Эйнштейну, называть такие системы галилеевыми, так как в них соблюдается закон инерции Галилея» [96].

В. Паули очень точно передал ситуацию, которая сложилась в физике после утверждения СТО. Наш простой пример с вагоном и перроном наглядно иллюстрирует сказанное. Вновь цитируем Паули:

«Сразу же после того, как физические следствия специальной теории относительности были доведены до состояния известной законченности, Эйнштейн предпринял попытку распространить принцип относительности на системы, отличные от движущихся равномерно и прямолинейно. Он постулировал, что общие законы природы должны были сохранять свою форму не только в галилеевских системах. Возможности для этого открывает так называемый принцип эквивалентности. В ньютоновской теории система, находящаяся в однородном поле тяжести, в механическом отношении вполне эквивалентна равномерно ускоренной системе отсчета. Содержание эйнштейновского принципа эквивалентности, являющегося краеугольным камнем созданной им позже общей теории относительности, заключается в требовании, чтобы и все другие процессы в обеих системах протекали одинаково» [97].

Итак, равномерно ускоренная система в современной трактовке, где, например, ускорение равно g , ничем не уступает галилеевской системе, находящейся в земных условиях. Принцип эквивалентности соблюдается в полной мере, по крайней мере, в том случае, когда речь идет о процессах, протекающих в статическом или равномерном гравитационном поле.

Приводим еще одно уточнение. Галилеевы системы и системы с однородным гравитационным полем ведут себя одинаково. На наш взгляд, подобная формулировка идентична взглядам А. Эйнштейна, по крайней мере, это следует из высказываний В. Паули, которого Эйнштейн высоко ценил.

Эта точка зрения должна утверждать тезис о том, что СТО должна действовать в обеих системах. Однако в глазах единомышленников А. Эйнштейна этого не происходит. Трактовка В. Паули:

«Теория однородного гравитационного поля выходила из рамок специальной теории относительности. Вследствие зависимости ско-

рости света и скорости хода часов от гравитационного потенциала, здесь уже не может быть проведено определение одновременности, и преобразования Лоренца теряют свой смысл. Таким образом, с этой точки зрения специальная теория относительности может быть правильна только в отсутствие гравитационных полей» [98].

Суждения В. Паули абсурдны, с точки зрения принципа эквивалентности или равенства тяжелой и инерционной масс. В подобной формулировке она вообще превращается в абстракцию.

Условно можно высказать гипотезу, что в ракете, движущейся в космосе, в состоянии невесомости какие-то физические процессы отличны от земных. Но, если придать ракете любым способом ускорение равное g , то, согласно принципу эквивалентности, все процессы в ракете и на Земле должны быть идентичны.

Еще один пример, для того чтобы проиллюстрировать до конца точку зрения В. Паули:

«Замедление времени приводит к кажущемуся парадоксальному следствию, упомянутому уже в первой работе Эйнштейна и рассмотренному более подробно Ланжевеном, Лауэ и Лоренцем. Пусть в точке Р находятся синхронизованные часы C_1 и C_2 . Если теперь заставить часы C_2 двигаться в течение времени t со скоростью v по некоторой кривой до точки Р', то после этого они перестанут быть синхронными с часами C_1 . В момент прибытия в точку Р' часов C_2 они будут показывать время $t\sqrt{1-\beta^2}$ вместо t (момент, когда часы начали двигаться, принят за момент $t = 0$). Указанное отставание часов C_2 имеет место и в том частном случае, когда конечная точка пути Р' совпадает с начальной Р. Влиянием ускорения на ход часов можно пренебречь, если мы находимся в галилеевской системе отсчета. Если рассматривать частный случай, когда часы C_2 движутся по оси x до точки Q, а затем обратно к точке Р, так что изменения скорости в Р и Q будут противоположными, то влияние ускорения, во всяком случае, не зависит от t и легко может быть исключено. Парадокс заключается в следующем: если мы будем рассматривать весь процесс с точки зрения системы отсчета К, относительно которой часы C_2 покоятся, а часы C_1 движутся так же, как часы C_2 движутся относительно К, то окажется, что часы C_2 опередили часы C_1 . Решение этого парадокса заключается в том, что система К* не есть галилеева система, поэтому в ней влиянием ускорения на ход часов пренебречь нельзя; это связано с тем, что в системе К ускорение вызывается не внешними силами, а, по терминологии механики Ньютона, силами инерции» [99].*

В. Паули сознательно нарушает принцип эквивалентности. И единственным аргументом в пользу подобных высказываний служит изменение скорости на противоположное или кратковременное присутствие в системе неоднородного ускорения или, что одно и то же, неоднородного гравитационного потенциала (поля). С нашей точки зрения, кратковременность изменения поля ни в коей мере не служит аргументом парадокса часов. Тем не менее мы без труда можем исключить и этот фактор, чисто косметически усовершенствовав мысленный эксперимент Эдвина Макмиллана. Допустим, космонавт направляется к той же туманности Андромеды, однако движется к ней не напрямую, а по кругу с тем же постоянным ускорением $2g$. В туманности он не останавливается, а продолжает движение с тем же постоянным ускорением или иным, равным g . Путь его ненамного увеличивается (на величину π/g), и, соответственно, с позиций СТО, он станет чуть постарше. Но в подобных расчетах нарушается принцип эквивалентности. Космонавт живет в условиях, идентичных земным. Почему же он почти не стареет или чем его система отсчета хуже земной? Изощрения толкователей СТО здесь бессмысленны. Принцип эквивалентности, точнее, его логика значительно весомее математического формализма. Но, если берется под сомнение принцип изменения времени, то и все остальные парадоксы сами собой исчезают...

Речь идет только об изменении траекторок, полученных в результате расчетов. По-видимому, признание того, что все системы отсчета инвариантны, но конкретные расчеты следует вести только по отношению к одной из систем, которую мы называем привилегированной, более сложно для понимания и требует большей абстрагированности, чем собственно СТО. Вместе с тем в подобной теории нет места парадоксу близнецов и, на наш взгляд, что более важно, новая теория в какой-то мере является гардом ньютоновской механики, подтверждая ее справедливость.

Они [гарды] как бы говорят: «Вы живете в своей собственной системе отсчета, но будьте осторожны, если в ваш мир попадет какой-то другой материальный объект (астероид, движущийся с очень большой скоростью, например, $0,3$ скорости света), то в его мире время, масса и линейные параметры больше, чем вам кажется, они искажены скоростью. Любой объект, движущийся по отношению к вам с достаточно большой скоростью, — это искаженный мир». Но это искажение — иллюзия. Она является иллюзией и потому, что не учитывает направление движения, и потому, что при скорости света все формулы теряют смысл, ибо и масса, и линейные параметры превращаются в бесконечно большие величины, потому что знаменатель $\sqrt{1 - \beta^2}$, где $\beta = v/c$, обращается в нуль, а числитель соответственно в бесконечно большие числа.

Может быть, достоинство волновой теории и состоит в том, что она набросила вуаль тайны на неопределенность или неточность СТО. При скорости света она не применима вообще. Но тогда возникает вопрос, а где вообще границы ее использования? В реальности не так уж много возможностей для определения изменения какого-либо параметра при скорости, соизмеримой со скоростью света, ибо только в этих условиях возможно в эксперименте обнаружить, является ли СТО абстракцией, стоящей на страже нашего проникновения в иные координатные миры, или это реальность, может быть локальная.

При скорости света нет места эффектам СТО, поэтому при расчете параметров кванта они попросту не существуют. В этой связи все спорные вопросы приходится решать в отношении псевдокванта (электрона) или материальных тел.

В 1911 г., отвечая на вопрос о преобразованиях Лоренца, А. Эйнштейн дал объяснение:

«Вопрос о том, реально лоренцево сокращение или нет, не имеет смысла. Сокращение не является реальным, поскольку оно не является реальным для наблюдателя, движущегося вместе с телом; однако оно реально, так как оно может быть доказано физическими средствами для наблюдателя, не движущегося вместе с телом» [100].

Первая мысль очевидна, вторая — может быть взята под сомнение. Предположим, наблюдатели (или их системы отсчета) столкнулись. Кому в этом случае отдается предпочтение? Какому из наблюдателей или какой системе?

А. Эйнштейн в цитированном пассаже первым сформулировал принцип изолированности систем, в которых находятся наблюдатели, и, возможно, он совершил топологическую ошибку⁶⁰. Поскольку невозможно для наблюдателя, не движущегося вместе с иным изолированным пространством, произвести замеры в этом пространстве. Или нереально физическими средствами доказать или не доказать лоренцево сокращение, происходящее, собственно, в другом измерении или континууме. И тогда возникает последний вопрос. Означает ли что-то вообще знаменитое выражение $1 / \sqrt{1 - \beta^2}$?

На этот вопрос можно ответить, если проинтегрировать его:

$$\int \frac{c \, dv}{\sqrt{c^2 - v^2}} = c \arcsin \frac{v}{c}. \quad (3.53)$$

⁶⁰ Слова Лоренца, вынесенные в эпиграф, характеризуют типичное заблуждение того времени.

Физический смысл великого соотношения означает угол, на который смещен вектор досветовой скорости по отношению к скорости света или иной (подвижный) континуум относительно мира, в котором скорость света принята постоянной. Иного физического смысла уравнения СТО не имеют.

Нам представляется, что принципиальная ошибка А. Эйнштейна и его последователей при оценке уравнений СТО заключается в попытке анализировать события или физические процессы одновременно в двух топологически несовместимых пространствах. С точки зрения физики это невозможно.

3.5.2. Измерение массы электрона

Высказав эту концепцию, нам придется вновь рассмотреть экспериментальное доказательство справедливости СТО. Впервые подобные эксперименты были начаты над псевдоквантом (электроном) в 1902 г. Кауфманом и продолжены различными исследователями вплоть до 1916 г. И, хотя результаты экспериментов нельзя было назвать однозначными, восторжествовала идея об изменении массы электрона при увеличении его скорости. Было признано, что эксперимент подтверждает СТО. Все эксперименты проводились по одной схеме. Вначале Кауфманом в 1901–1906 гг., затем Бестельмайером в 1907 г. и Бухерером в 1909 г. Анализ этих экспериментов необходим для понимания этого важнейшего и, возможно, единственного, хотя и косвенного, подтверждения СТО.

Некоторые предпосылки, в частности, чудовищная плотность квантов, заставляют нас обратиться к проблеме электрона, являющегося в определенной степени псевдоквантом или суперквантом, перемещающимся с досветовой скоростью.

Еще до проведения расчетов мы предчувствуем или понимаем, что электрон, так же как и «нормальный» квант, является сверхплотной, а следовательно, очерченной твердой сферой. И волей-неволей мы возвращаемся к теории М. Абрагама:

$$r_{эл} = \frac{2}{3} \frac{e^2}{mc^2} = 1,875 \cdot 10^{-13} \text{ см},$$

$$\vartheta_{эл} = \frac{4}{3} \pi r^3 = 2,76 \cdot 10^{-40} \text{ см}^3.$$

Попытка рассчитать энергию сферы с учетом известного значения плотности кванта $2,36 \cdot 10^{112} \text{ Дж/м}^3$ приводит к значению $6,57 \cdot 10^{72} \text{ Дж}$, конечно, при условии, что плотность энергии квантов и псевдокванта (электрона) тождественна. Впрочем, у нас нет основания считать, что их плотности различны.

С точки зрения логики, сверхвысокая энергетическая насыщенность или плотность квантов превращает их в мельчайшие сверхтвердые частицы. И мы с удивлением находим, что вновь возвращаемся к работам М. Абрагама 1902–1903 гг., где он развил модель твердого электрона или псевдокванта. Ей предшествовали исследования В. Кауфмана по зависимости энергии электрона от скорости, опубликованные в 1901 г.

Комментарий А. Пайса:

«Вдохновленный этими исследованиями, Абрагам вскоре дал полный расчет электромагнитной энергии E_{elm} и электромагнитного импульса p_{elm} электрона, считающегося твердой сферой, с зарядом e и радиусом r при условии равномерного распределения заряда ($\beta = v/c$, $\mu = 2e^2/3rc^2$):

$$E_{\text{elm}} = \frac{e^2}{2r} \left(\frac{1}{\beta} \ln \frac{1+\beta}{1-\beta} - 1 \right) \approx \frac{e^2}{2r} + \frac{1}{2} pv^2 + \dots, \quad (3.54)$$

$$p_{\text{elm}} = \frac{e^2}{2rc\beta} \left(\frac{1+\beta^2}{2\beta} \ln \frac{1+\beta}{1-\beta} - 1 \right) \approx pv + \dots \quad (3.55)$$

На 74-й сессии Общества испытателей природы, проходившей в Карлсбаде в сентябре 1902 г., Кауфман доложил о последних полученных им экспериментальных результатах. Сразу же после него с изложением своей теории выступил Абрагам. Кауфман сделал вывод о том, что «...зависимость [Е от v] в точности соответствует формуле Абрагама». Абрагам сказал: «Отныне становится необходимым строить динамику электрона на основе электромагнетизма» [101].

В 1909 г. В. Кауфман уточняет свои эксперименты. Вывод его ошеломителен:

«Результаты измерений несовместимы с постулатом Лоренца—Эйнштейна. Уравнение Абрагама и уравнение Бухерера в равной степени хорошо совпадают с результатами наблюдений...».

Эти выводы вызвали волнение среди физиков-теоретиков. На физической конференции 1906 г. Планк доложил о проведенном им анализе полученных Кауфманом данных. Он не смог обнаружить явных просчетов и занял выжидательную позицию. Так же в 1908 г. поступил и Пуанкаре. Лоренц заколебался: «Эксперименты, очевидно, противоречат идее сокращения в том виде, как я ее предложил. Хотя весьма вероятно, что от этой идеи придется полностью отказаться, я считаю целесообразным еще подумать над ней...». Эйнштейн остался непоколебимым: «В. Кауфман с тщательностью,

достойной восхищения, определил связь между [отклонением электрическим и магнитным полями] для β -лучей... Планк, применяя другой метод вычислений, получил результаты, полностью согласующиеся с результатами Кауфмана... Необходимо еще отметить, что теории движения электронов Абрагама и Бухерера дают кривые, согласующиеся с экспериментальной кривой значительно лучше, чем кривая, соответствующая теории относительности. Однако, по нашему мнению, эти теории вряд ли достоверны, поскольку их основные предположения о массе движущегося электрона не вытекают из теоретической системы, охватывающей более широкий круг явлений» [102].

Следует отдать должное упорству и мужеству А. Эйнштейна, отстаивающего свои позиции. И мы встречаемся с удивительным фактом, когда в пользу в общем-то абстрактной идеи были отвергнуты совпадающие результаты вполне хорошей теории и эксперимента.

Последняя статья В. Кауфмана, отстаивающего правоту теории М. Абрагама, относится к 1906 г. Но уже в 1908 г. А. Бухерер опубликовал статью, в которой экспериментально подтвердил соотношение для электрона:

$$M_v = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad (3.56)$$

Эта публикация может считаться поворотной в споре между концепциями постоянной и переменной масс.

Описание экспериментов:

«Как и у Кауфмана, были взяты быстрые электроны β -лучей радия. Измерения производились, как и у Бестельмайера, по методу скрещенных электрического и магнитного полей. Между круглыми пластинами А и В плоского конденсатора, к которому было приложено постоянное напряжение в центре, помещался кусочек фтористого радия (рис. 3.6).

Перпендикулярно электрическому полю (напряженности E) было создано однородное магнитное поле (напряженности H), простиравшееся и за пределы пластин. Так как расстояние между пластинами было мало по сравнению с их диаметром, то электроны могли выходить из конденсатора, только если: 1) начальная скорость их (v) параллельна пласти-

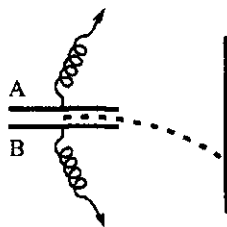


Рис. 3.6. Схема изучения отклонения электрона

нам и 2) силы, действующие на электрон в электрическом и магнитном полях, уравниваются. Первая одинакова для всех электронов и равна Ee , вторая же равна $Hev \sin \theta$, где θ — угол между v и H .

Таким образом, равенство сил имеет вид:

$$Ee = Hev \sin \theta, \quad (3.57)$$

откуда

$$E = H v \sin \theta. \quad (3.58)$$

Все электроны, вышедшие по одному направлению (θ), обладают одинаковой скоростью v , которая может быть определена по θ , E и H . По выходе из конденсатора эти электроны (образующие так называемый «компенсированный луч») отклоняются магнитным полем и дают след на фотографической пленке F , согнутой по цилиндру, коаксиальному с A и B . При изменении направления магнитного поля на противоположное получалось два следа, расстояние между которыми вдвое превышало отклонение электронов данной

скорости (v) в магнитном поле. По отклонениям определялись $\frac{e}{m}$ при разных v . Результаты оказались в хорошем согласии с формулой Лоренца—Эйнштейна» [103].

Автор настоящих строк затрудняется в объяснении того, каким образом проведенный эксперимент подтверждает теорию А. Эйнштейна. Во-первых, в экспериментах использовалась все та же идея катодной лучевой трубки, которая привела к открытию знаменитого соотношения $\frac{e}{m}$, во-вторых, все гипотетические изменения массы основаны на

мнимом или реальном изменении скорости. В-третьих, чувствительность экспериментов вряд ли позволяет оценивать эти изменения количественно.

Для полноты представления рассмотрим развиваемое до теории относительности понятие электромагнитной массы. Превосходный обзор этих идей выполнен А. Пайсом:

«„Проблему электромагнитной массы проще всего объяснить, прибегнув к аналогии из области гидродинамики“, — говорил в 1906 г. Лоренц, выступая перед студентами Колумбийского университета. Он имел в виду движение твердой идеальной гладкой сферы массой m , равномерно перемещающейся со скоростью v в неограниченной несжимаемой идеальной жидкости.

Движение такого типа рассматривалось Стоксом еще в 1842 г. Стокс показал, что кинетическая энергия E и импульс p данной

системы задаются выражениями $E = mv^2/2$ и $p = mv$, где $m = m_0 + \mu$ — присоединенная или гидродинамическая масса — есть функция радиуса сферы и плотности жидкости. Упомянутая Лоренцем аналогия была впервые подмечена Дж. Дж. Томсоном, который в 1881 г. исследовал задачу „... движения заряженной сферы в неограниченном пространстве, заполненном средой с удельной электрической постоянной K ... Сопротивление [движению сферы]... должно соответствовать теоретически рассчитанному сопротивлению, которое испытывает твердое тело, движущееся в идеальной жидкости“. Томсон рассчитал кинетическую энергию системы для малых скоростей и обнаружил, что она имеет вид $E = mv^2/2$, где $m = m_0 + p$: „Влияние электризации таково, как если бы масса сферы возрастала...“.

Таким образом, он открыл электромагнитную массу μ , хотя и не дал ей такого наименования.

В ходе лекции в Колумбийском университете Лоренц отметил: „В случае экспериментов с шариком, движущимся в идеальной жидкости, мы должны были ограничиваться опытами, в ходе которых измерялись значения внешних сил, действующих на тело, а также вызываемое их действием ускорение; при этом удается определить эффективную массу $[m_0 + \mu]$, но не m_0 и $[\mu]$ по отдельности. Очень важно, что при экспериментальном изучении движения электрона мы можем продвинуться дальше. Это связано с тем, что электромагнитная масса не постоянна, а возрастает со скоростью“.

Вскоре после того, как Томсон выполнил свои расчеты, стало ясно, что выражение для энергии заряженной сферы будет иметь более сложный вид, чем $mv^2/2$, если учесть эффекты порядка v/c [104].

Идея электромагнитной массы электрона на время была отвергнута, хотя в различных вариантах определения полной массы электрона речь может идти о различных вариантах учета соотношения v/c (теории Абрагама и Лоренца—Эйнштейна).

А. Пайс пишет:

«Альфред Бухерер и Ланжевэн независимо предложили модель протяженного электрона с сокращением Лоренца—Фицджеральда, но с постоянным объемом. Эта модель в дальнейшем анализировалась Пуанкаре и Эренфестом. В 1908 г. Бухерер сообщил Эйнштейну, что в результате проведенных им экспериментов он отказался от своей модели в пользу теории относительности» [105].

И далее:

«Окончательно экспериментальный вердикт в пользу теории относительности был вынесен в 1914–1916 гг.

Специальная теория относительности развеяла мечты представителей классической физики о возможности продемонстрировать динамическое происхождение массы электрона с помощью зависимости между энергией, импульсом и скоростью частицы. Эти зависимости — чисто кинематические. Классическое представление о частице как о мельчайшей сфере конечного размера также кануло в Лету. Квантовая теория поля продемонстрировала, что у частиц все же есть структура, как на то указывают квантовые флуктуации. Недавно с помощью единых теорий поля удалось показать, что масса электрона не является чисто электромагнитной.

Но мы так и не знаем происхождения массы электрона» [106].

Трактовка А. Бухерера результатов собственных экспериментов вовсе не представляется однозначной. Нам представляется более важным обратить внимание на полноту обзора А. Пайсом этих экспериментов и его резюме.

С уверенностью мы можем заключить, что:

1. Косвенное определение изменения массы электрона, движущегося со скоростью, соизмеримой со световой, является, возможно, единственным методом подтверждения СТО.
2. Часть массы электрона, с сегодняшних воззрений, является электромагнитной.

Последнее утверждение очень интересно. Вспомним два соотношения и применим их для электрона:

$$E_1 = m_e c^2 \quad \text{и} \quad E_2 = h\nu.$$

Полагая, что $E_1 = E_2$, получим $m_e = \frac{h\nu}{c^2}$ ⁶¹, т. е. масса электрона зависит не только от скорости, но и от его частоты. Но вторая составляющая (E_2) в полном смысле является электромагнитной энергией и определяется теми же законами, что и энергия кванта.

Поскольку с высокой вероятностью энергетическая плотность электрона, как и кванта, является величиной постоянной, то увеличение его энергии связано с изменением его объема. Другого просто быть не может. Но увеличение объема зависит от двух параметров: амплитуды (A) и длины волны (λ). Последняя, в концепции СТО, тоже растет. То есть плотность электрона постоянна. И мы можем с уверенностью утверждать

⁶¹ Здесь ν также является неизвестной величиной.

только то, что объем электрона при увеличении его энергии растет⁶². Но обязательно ли равенство вкладов E_1 и E_2 ?

Достаточно записать $E_1 \neq E_2$ и из-за наличия двух неизвестных параметров, не взаимосвязанных между собой, подтверждение или опровержение теории СТО даже в принципе невозможно. Хотя, на взгляд автора, невозможно это и в классическом варианте.

Если взять под сомнение проведенные эксперименты, то доводов в пользу корректности уравнений изменения массы, длины и времени просто не остается. Точность и возможность подобных экспериментов подвергались сомнениям не только автором настоящей книги. Так,

«Вин в письме, направленном в начале 1912 г. в «Нобелевский комитет, отмечал: «По поводу последних экспериментов с катодными и β -лучами я должен сказать, что не считаю их результаты окончательными. Эксперименты очень тонки, и нельзя быть уверенным в том, что удалось устранить все источники ошибок» [107].

Через три года специальная теория относительности восторжествовала. В 1915 г. Г. Лоренц писал:

«Позднейшие опыты Бухерера, Гупки, Шеффера и Неймана и, наконец, Ги и Лаваньи подтвердили формулу для поперечной электромагнитной массы⁶³, так что, по всей вероятности, единственное возражение, которое можно было бы выставить против гипотезы деформируемого электрона и принципа относительности, теперь отпадает» [108].

Отзвуки дискуссии, а затем и подробный анализ установки и экспериментов В. Кауфмана можно найти в статье А. Эйнштейна: «О принципах относительности и его следствиях», написанной в 1907 г. [109]. В эксперименте могло меняться только напряжение, подаваемое на отклоняющий конденсатор. Магнитное поле оставалось постоянным. Нет сомнения (и это известно), что остальные экспериментаторы использовали ту же схему.

Ранее (в 1906 г.) А. Эйнштейн, предлагая свой метод определения соотношения между поперечной и продольной массами электрона, сказал:

«Соотношение между напряжением и электростатическим отклонением катодных лучей, или (что то же самое) соотношение между поперечной и продольной массами электрона в зависимости от напряжения — может быть определено с достаточной точностью» [110].

⁶² Мы столько времени уделяем увеличению энергии электрона, поскольку в опытах Кауфмана—Бухерера изменение напряжения на обкладках конденсатора вначале изменяет отклонение электрона, а по этому параметру оцениваются другие параметры.

⁶³ Формула сокращения массы согласно СТО.

Все экспериментаторы полагали, отдавая дань моде, что они измеряют линейные характеристики электрона. При высочайшей плотности энергии, которой обладает псевдоквант, это невозможно. Масса электрона здесь не имеет никакого значения. В экспериментах определялась зависимость некоторого угла отклонения от напряжения $\alpha = f(u)$. И возникает вопрос, что же все-таки измеряли В. Кауфман, а затем и другие ученые?

Автор настоящей книги не берется ответить на этот вопрос, но ему понятно, что в поле постоянного магнита изменение напряжения, конечно же, вызовет отклонение электронов. Но при чем здесь СТО? Вернемся к пониманию того, что при световой скорости законы СТО в отличие от ОТО не действуют. Но мы знаем, что плотность энергии кванта (величина в каком-то плане близкая по смыслу плотности материи) — величина постоянная для всех квантов. Пренебрегая излучением гравитонов, мы можем считать, что на протяжении по крайней мере одного витка спирали квант не излучает, т. е. его энергия, а следовательно, и объем остается постоянным. Таким образом, для всех квантов с очень большой точностью можно говорить о постоянстве объема. В этой связи гипотеза о том, что электрон, по существу являющийся псевдоквантом, подчиняется тем же закономерностям, представляется достаточно логичной.

Тогда постоянство трех параметров кванта — электромагнитной массы, плотности энергии и объема — заставляет нас усомниться в том, что хотя бы одна из этих характеристик электрона является переменной величиной.

Сказанное не относится к способности кванта менять свой объем в процессе движения и нисколько не противоречит предположению А. Бухера и П. Ланжевена о том, что движущийся электрон превращается в эллипсоид вращения [111], точнее, в его некое подобие⁶⁴. Вследствие чего при сохранении объема меняются его продольные и поперечные размеры. Но это отнюдь не ведет за собой полного изменения массы. С другой стороны, в объеме цилиндра, в котором движется электрон, локальная плотность, конечно же, меняется, что может создавать иллюзию изменения продольной и поперечной массы. И нам остается ответить на главный вопрос. Предположим, один неподвижный (или условно неподвижный) континуум существенно больше другого (подвижного). Предположим, что подвижный континуум, находящийся в неподвижном континууме, определенное время движется со скоростью, близкой к скорости света, затем тормозится. Возникает вопрос, существует ли возможность для наблюдателя зафиксировать перемены, произошедшие в подвижной системе? Этому вопросу посвящен следующий параграф.

⁶⁴ Согласно одной из версий СТО.

§ 3.6. Следствия специальной теории относительности

Несмотря на то что концепция пространства и времени как четырехмерного многообразия оказалась весьма плодотворной для математической физики, ее эффект в области теории познания свелся к тому, что она лишь запутала проблему. Называя время четвертым измерением, мы придаем ему характер таинственности.

Г. Рейхенбах

В нашей повседневной жизни мы не ощущаем пространство столь непосредственно, как мы чувствуем течение времени.

Г. Рейхенбах

Невозможно определить априори, что показывают движущиеся часы — координатное время или интервал.

Г. Рейхенбах

Запишем три уравнения, являющиеся одним из следствий специальной теории относительности:

$$\ell = \ell_0 \sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}, \quad (3.59)$$

где ℓ_0 — длина линейки в состоянии покоя;

$$t = \frac{t_0}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}}, \quad (3.60)$$

где t_0 — период покоящихся часов или стандартная единица времени, задаваемая изготовителем часов;

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}}, \quad (3.61)$$

где m_0 — масса в покоящейся системе.

Не прибегая к ухищрениям, проведем простое преобразование уравнения (3.59), разделив правую и левую части на v .

Получим

$$\tau = \tau_0 \sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}. \quad (3.62)$$

То есть уравнения (3.60) и (3.62) «верны с точностью до наоборот». Очевидно, что одно из этих уравнений не верно. Но правоту уравнений (3.59–3.61), как будто, подтверждают многочисленные эксперименты.

В п. 86 примечания к своей знаменитой книге Г. А. Лоренц подводит итог многочисленным экспериментам и дискуссиям по определению массы и деформируемости движущегося электрона и приходит к выводу о правильности уравнений (3.59) и (3.61) [112].

Выводы А. Г. Лоренца имеют различную степень весомости. Увеличение массы электрона в принципе может быть определено экспериментально, чего нельзя сказать о его деформируемости.

К рассуждениям о деформируемости можно сделать несколько замечаний:

- не отрицая идею деформируемости, наоборот, всячески поддерживая ее, следует заметить, что изменение формы перемещающегося в пространстве электрона может происходить и под влиянием других факторов, в частности, сопротивления среды;
- возможная деформация электрона может быть определена только косвенно;
- не вполне понятно, что определялось во время экспериментов.

Как ни странно, с самой таинственной субстанцией — временем — все обстоит благополучно. Дэвид Бом описывает состояние времени у элементарных частиц:

«Пример, который мы рассмотрим, касается процесса распада мезонов. Как известно, мезоны — это нестабильные частицы, рождающиеся в космических лучах или при бомбардировке вещества частицами высокой энергии, ускоренными в лабораторных условиях. Мезоны распадаются, превращаясь в другие частицы. Время распада совокупности мезонов подчиняется статистическим законам, однако каждый вид мезонов имеет свое среднее время жизни τ , поддающееся измерению. Оно составляет от 10^{-6} до 10^{-10} с и менее.

Примем теперь среднее время жизни покоящегося (или медленно движущегося) мезона равным τ_0 . Тогда можно подсчитать среднее время τ , за которое распадется мезон, движущийся со скоростью v . Согласно принципу относительности, время жизни мезона в той

системе отсчета, где мезон покоится, не зависит от скорости движения этой системы (т. е. самого мезона) относительно лаборатории. Теперь легко сосчитать результат перехода к лабораторной системе, согласно преобразованию Лоренца, так как время жизни τ_0 фактически играет роль часов или естественного мерил времени.

Поэтому время жизни в лабораторной системе отсчета дается известной формулой, описывающей замедление хода часов:

$$\tau = \frac{\tau_0}{\sqrt{1 - (v/c)^2}}. \quad (3.63)$$

Следовательно, движущиеся мезоны «проживут» в $1/\sqrt{1 - (v/c)^2}$ раз больше, чем покоящиеся. Это предсказание проверялось как на мезонах, полученных в лаборатории, так и на мезонах из космических лучей. Во всех случаях предсказанное замедление распада мезонов подтвердилось. Скорость v некоторых мезонов, рожденных в космических лучах, весьма близка к c , так что дробь $1/\sqrt{1 - (v/c)^2}$ достигает значения 1000. Даже в этом крайнем случае релятивистская формула остается верной. Таким образом, отлично подтвердилось предсказание теории относительности о том, что часы, движущиеся с разными скоростями, должны идти неодинаково быстро» [113].

Стивен Вейнберг подтверждает сказанное:

«Это соотношение (3.63) буквально каждый день проверяется в экспериментах по измерению среднего времени жизни быстрых нестабильных частиц, рождающихся в космических лучах и на ускорителях» [114].

Интересно еще одно замечание автора.

«Изменение масштаба времени не следует путать с кажущимися растяжениями и сокращениями времени, известными как эффект Доплера»⁶⁵ [115].

Таким образом, С. Вейнберг делит эффекты на «реальные», полученные в результате аппаратурной фиксации, и «кажущиеся» — результат визуальных наблюдений. Подобное рассуждение, на первый взгляд, выглядит несколько странно. Но оно позволяет объяснить инверсию красного и фиолетового смещения при изменении направления движения в системе источник — наблюдатель.

⁶⁵ Подробно вопросы красного смещения будут рассмотрены далее.

В дальнейшем мы покажем, что между «реальными» и «кажушимися» эффектами лежит тонкая грань, которая в любой момент может быть стерта. Только в этом случае может быть объяснен парадокс близнецов. Но прежде чем перейти к этой теме, еще раз обратим внимание на несоответствие лоренцева сокращения длины и увеличения масштаба времени и массы движущихся тел.

Логика требует, чтобы мы начали с аномалии — лоренцева сокращения. Рассмотрим пример с человеком, стоящим на достаточно большой открытой тележке. В результате падения солнечных лучей человек отбрасывает тень. Пусть наша тележка может набирать сколь угодно большую скорость, весьма близкую к скорости света. Пренебрегая в данном мысленном эксперименте углом наклона падающих лучей, очевидно, что по мере того, как скорость тележки становится соизмеримой со скоростью света, длина тени уменьшается. Или в другом варианте изменяется ее масштаб или наполненность. Мы можем постулировать, что в движущейся системе уменьшается масштаб всех параметров, что может являться неким аналогом картографии.

Если в неподвижной системе измерение идет определенной мерой массы, длины и времени, то в движущейся системе их наполненность снижается, т. е. уменьшаются единицы отсчета.

Возвращаясь к длине тени, зафиксированной нами при неподвижной тележке и после того, как скорость ее стала достаточно велика, за единицу отсчета длины мы должны принимать движущуюся или укороченную тень. Допустим, на тележке до начала движения была сделана засечка длины тени. Затем на нее посадили человека, которому завязали глаза. И у него не было никакой информации о ее начальной длине. Человек снимает повязку только после того, как скорость тележки стала достаточно высокой. В этом случае у него один масштаб длины — укороченная тень. И мы вправе утверждать, что длина тени в движущейся системе возросла во столько раз, во сколько уменьшился масштаб.

Уменьшение параметров в движущейся системе отнюдь не однозначно поддается фиксации. Необходимо преодолеть определенные топологические трудности и производить замер именно в движущейся системе, поскольку после остановки системы все возвращается на круги своя, и никаких следов изменения масштаба в процессе движения не остается. Сказанное относится к параметрам, имеющим реальное физическое наполнение, — длине и массе. Со временем, как ни странно, проблем меньше. Эфемерность времени является не помехой, а достоинством для отслеживания изменения его масштаба.

Время неразрывно связано с движением и характеризует интенсивность преодоления отрезка пути. Если ds — расстояние, которое материальное тело преодолевает со скоростью $dv \rightarrow 0$, то масштаб или интервал времени $dt \rightarrow \max$. Если скорость приближается к световой, то $dt \rightarrow 0$.

У кванта не существует временного интервала. Он в собственной системе отсчета безвременен. Но вернемся к элементарным частицам.

Пусть элементарная частица движется от наблюдателя к мишени (приемнику) со скоростью 0,8 с.

Тогда

$$M^t = M_0^t \sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}. \quad (3.64)$$

Масштаб времени в системе движущейся частицы всегда меньше, чем в неподвижной или условно неподвижной $M^t < M_0^t$. В конкретном случае, если в собственной системе наблюдателя $M_0^t = 6$ с, то в подвижной системе 0,6 M_0^t и $M^t = 3,6$ с. Соответственно в подвижной системе прошло 6/3,6, т. е. 1,666 масштабов. Или время в движущейся системе замедлилось в 1,666 раза.

Следовательно, формулы (3.60) и (3.61) неверны. И для движущихся систем справедлива единая формула (3.64). Для неподвижной системы (или условно неподвижной $v \rightarrow 0$). И мы для упрощения восприятия можем начинать придавать ей какую-то скорость. Тогда $v_1 > 0$ и для подвижной системы $v_2 \gg 0$.

Для каждой из этих систем можно записать:

$$M_1^t = M_0^t \sqrt{1 - \left(\frac{v_1}{c}\right)^2}, \quad (3.65)$$

$$M_2^t = M_0^t \sqrt{1 - \left(\frac{v_2}{c}\right)^2}. \quad (3.66)$$

Предположим, за какое-то время в пространстве первая система проходит расстояние ℓ_1 , а вторая ℓ_2 . Каждая из движущихся систем обладает своим масштабом времени. И, предположим, у нас возникает желание соотнести эти масштабы с нулевым временем, наблюдаемым в системе, движущейся со скоростью света. Тогда в евклидовой системе координат (взятой для простоты) можно построить векторную систему $M_0^t = M_1^t + M_2^t$:

$$M_1^{t^2} \left[1 - \left(\frac{v_1}{c}\right)^2 \right] + M_2^{t^2} \left[1 - \left(\frac{v_2}{c}\right)^2 \right] = M_0^{t^2} \quad (3.67)$$

и

$$c^2 = v_1^2 + v_2^2. \quad (3.68)$$

То есть параметры систем отсчета определяются как квадраты их скоростей. Эта, на первый взгляд банальная, формулировка позволяет просто объяснить парадокс близнецов.

Предположим, у нас две системы. Скорость первой принимаем $v_1 = 0$. И эта неподвижная система обладает своим масштабом времени. Выделим в этой системе временной интервал длительностью 6 с. Тогда подвижная вторая система, перемещающаяся со скоростью 0,8 с, обладает своим масштабом времени. Ее интервал равен 1,666 масштабам или $6 \times 1,666 \approx 10$ «укороченным» секундам. Понятие «укороченность» является условным, поскольку существа, пребывающие в системе, полагают, что время и остальные параметры «нормальные». Заметить «укороченность» в движущейся системе невозможно.

Первая система перемещается относительно второй.

Согласно формуле (3.68), ее скорость равна

$$v_1 = \sqrt{c^2 - v_2^2}$$

и

$$v_1 = 0,6 \text{ с}, \quad \text{а} \quad M_1^t = 0,8 \quad M_0^t = 4,8 \text{ с}.$$

Или в первой системе, движущейся относительно второй, время замедляется в 1,25 раза. Таким образом, две инвариантные системы в пространстве перемещаются в полном соответствии с законами специальной теории относительности. Собственное время каждой из них можно измерять относительно второй неподвижной системы, скорость которой равна 0 или друг относительно друга. Во втором случае масштабные параметры в каждой из них уменьшаются пропорционально квадратам их скоростей и соотношения $v_{1 \text{ подв}} = \sqrt{c^2 - v_{2 \text{ подв}}^2}$.

И, соответственно, абсолютные значения длины, массы и скорости увеличиваются. В свете предложенной концепции говорить о парадоксе близнецов не имеет смысла. И, если все же каким-то образом удастся измерить величину изменения в системах, то мы можем рассуждать о изменяемых и постоянных параметрах.

Все материальные параметры, такие как длина, масса и их производные, после разбегания и встречи двух систем, перемещающихся относительно друг друга, выглядят одинаково. Образно говоря, человек в летящей ракете не уменьшается до муравья и не восстанавливает свои размеры. Его параметры постоянны. Изменение масштабов носит условный или виртуальный характер. Это эфемериды.

Время — единственный необратимый параметр. Замедление или ускорение временного масштаба — объективная реальность, заключающаяся в специфике односторонней направленности времени. Изменение масштабов

фиксировано, и в этом смысле парадокс близнецов существует. То есть он существует в одной единственной координате, название которой — время.

Здесь мы вправе, точнее обязаны, вернуться в четырехмерный мир Германа Минковского, в котором время является полновесной координатой. Анализ координатного или материального мира с использованием СТО свидетельствует о том, что идея о полновесности времени как координаты четырехмерного мира является иллюзией.

Различие между пространством и временем заключается в том, что все материальные параметры пространства претерпевают условные преобразования в лоренцевых координатах. Изменяется масштаб этих параметров, но не сами параметры. Они постоянны. Иное дело — время. Оно нематериально, и изменение масштаба времени автоматически означает изменение (сокращение) самого времени.

§ 3.7. Парадокс близнецов

Парадокс близнецов возник как следствие знаменитой работы А. Эйнштейна 1905 г. «К электродинамике движущихся тел». Никто не смог усмотреть ошибки в логике Эйнштейна. Для дискуссии рассмотрим фрагмент статьи, представляющий наибольший интерес.

«Рассмотрим твердый шар радиуса R , находящийся в покое относительно движущейся системы k , причем центр шара совпадает с началом координат системы k . Уравнение поверхности этого шара, движущегося относительно системы k со скоростью v , имеет вид

$$\xi^2 + \eta^2 + \zeta^2 = R^2. \quad (3.69)$$

Уравнение этой поверхности, выраженное через x, y, z , в момент времени $t = 0$ будет

$$\frac{x^2}{\left(\sqrt{1 - (v/V)^2}\right)^2} + y^2 + z^2 = R^2. \quad (3.70)$$

Следовательно, твердое тело, которое в покоем состоянии имеет форму шара, в движущемся состоянии — при наблюдении из покоящейся системы — принимает форму эллипсоида вращения с полуосями

$$R \sqrt{1 - (v/V)^2}, R, R. \quad (3.71)$$

В то время как размеры шара (а следовательно, и всякого другого твердого тела любой формы) по осям Y и Z от движения не изменя-

ются, размеры по оси X сокращаются в отношении $1 : \sqrt{1 - (v/V)^2}$, и тем сильнее, чем больше v . При $v = V$ все движущиеся объекты, наблюдаемые из «покоящейся» системы, сплюсциваются и превращаются в плоские фигуры» [116].

Мы вправе бесконечно увеличивать радиус шара R . Ведь у Эйнштейна нет ни слова об его ограничениях. Тогда шар сливается с континуумом. Твердость шара не имеет никакого отношения ни к нашей логике, ни к логике Эйнштейна.

Тогда уравнения А. Эйнштейна применимы к континууму радиуса R и твердому шару $R_{\text{ш}}$. И возникает вопрос, что в движущейся системе подлжит изменению? Возможны три варианта:

- изменяется (уменьшается) координата континуума X_k ;
- уменьшается размер шара по оси $X_{\text{ш}}$;
- одновременно уменьшаются X_k и $X_{\text{ш}}$.

Последнее предположение сделано «из вежливости». Оно маловероятно.

Здесь уместно замечание М. Абрагама о невозможности существования двух континуумов с одинаковыми параметрами. Но вряд ли подобная ссылка до конца убедительна. На наш взгляд, гораздо убедительней пример с эскалатором. Допустим, человек вступает на движущуюся лестницу эскалатора. Человек спешит и начинает бежать по лестнице (подобный случай часто встречается в жизни). Путь от точки A (начало эскалатора) до B (его конец) человек преодолевает со скоростью большей, чем при неподвижном эскалаторе. При столь малой скорости действует простой принцип сложения скоростей. Но не в этом суть. Человек на эскалаторе преодолевает путь не « AB », а « AB^1 », т. е. более короткий отрезок пространства.

Для движущегося в пространстве континуума всегда можно подобрать только одну координату, которая претерпевает сжатие по формуле:

$$X_{k^1} = \frac{X_k}{\sqrt{1 - (v/c)^2}}. \quad (3.72)$$

В этом случае изменяться параметру шара $X_{\text{ш}}$ просто нет необходимости. Соответственно,

$$t_{k^1} = \frac{t_k}{\sqrt{1 - (v/c)^2}}, \quad (3.73)$$

$$V_{k^1} = \frac{x_{k^1}}{t_{k^1}} = \frac{x_k}{t_k} = \text{const} = c, \quad (3.74)$$

т. е. скорость света в любой системе отсчета есть величина постоянная. Но любое тело (или материя) в подвижном континууме преодолевает меньшее расстояние, чем в неподвижном. Соответственно уменьшается время, в течение которого он преодолевает это расстояние. Ни парадокса близнецов, ни сокращения линейных размеров, массы, или иных параметров твердого тела в подвижной системе не происходит. Меняются только параметры континуумов. Время перемещения тела в подвижном или неподвижном континууме меняется только в зависимости от того, какой из этих континуумов принять за неподвижную систему отсчета.

§ 3.8. Квант в гравитационном поле

Эксперименты по определению изменения частоты кванта под действием гравитационного потенциала многочисленны и достоверны. Независимо от того, какая задача ставилась авторами, чаще всего это подтверждение эффекта Доплера, современные методы не дают оснований усомниться в результатах экспериментов.

Р. Опенгеймер приводит обоснование и суть одного из экспериментов по определению подобного взаимодействия:

«Обе теории [Ньютона и Эйнштейна] предсказывают, что при падении света в гравитационном поле он становится более синим, так как частота увеличивается, а длина волны уменьшается, и свет из красного превращается в синий. Недавно в Гарвардском университете был проведен чрезвычайно точный и, по-моему, очень изящный эксперимент. Во время этого эксперимента свет свободно падал с третьего этажа здания физического факультета в подвал. Можно было наблюдать степень увеличения голубизны света, которая соответствовала относительному изменению длины волны на 10^{-14} , что не так уж много» [117].

Эксперимент был повторен после открытия эффекта Мессбауэра. А. Н. Кушниренко приводит схему (рис. 3.7) и описание эксперимента:

«Эффект Мессбауэра позволил подтвердить зависимость частоты фотона от гравитационного поля, вытекающую из общей теории относительности. Изменение частоты в гравитационном поле равно

$$\frac{\Delta\nu}{\nu} = \frac{gH}{c^2}, \quad (3.75)$$

где H — расстояние между излучателем и поглотителем по вертикали. Если $H = 22$ м, то

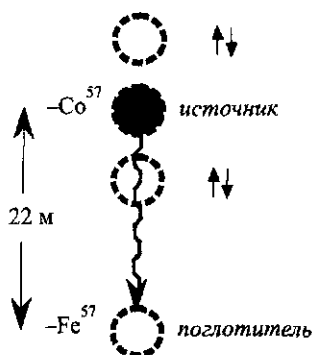


Рис. 3.7. Схема изменения частоты кванта в гравитационном поле Земли

$$\frac{\Delta\nu}{\nu} = 2 \cdot 10^{-15}.$$

В 1960 г. Паунд и Ребка расположили источник γ -фотонов Co^{57} и поглотитель Fe^{57} на расстоянии 22 м по вертикали (рис. 3.7). Испускаемые источником γ -кванты на пути к поглотителю изменяли в гравитационном поле частоту согласно формуле, и резонансное поглощение нарушалось. При движении источника, благодаря эффекту Доплера, это изменение частот компенсировалось и поглощение восстанавливалось. Этот эксперимент показал, что изменение частоты γ -лучей при изменении высоты на 22 м составляет $(2,34 \pm 0,10) \cdot 10^{-15}$, что хорошо согласуется с результатом, полученным из теории этого явления» [118].

Эксперимент в деталях согласуется с данными, полученными в Гарварде. Понимание схемы взаимодействия не сложно. Она вытекает из формулы, приведенной ранее [119]. Однако авторы пользовались другой формулой, и целесообразно начать с ее анализа.

Эта формула получена следующим образом:

$$E_0 = h\nu_0,$$

где E_0 — энергия фотона в источнике;

$$E_g = F \cdot H = M \cdot g \cdot H \quad (3.76)$$

— энергия, сообщаемая фотону гравитационным полем,

$$E_g = F \cdot H = M \cdot g \cdot H = \frac{h\nu_0 g H}{c^2}; \quad (3.77)$$

$E_1 = h\nu_1$ — энергия фотона в поглотителе;

$$h\nu_1 = h\nu_0 + \frac{h\nu_0 g H}{c^2}, \quad (3.78)$$

$$\frac{(\nu_1 - \nu_0)}{\nu_0 g} = H, \quad (3.79)$$

$$\frac{\Delta\nu}{\nu_0} = -\frac{gH}{c^2}. \quad (3.80)$$

Заключительная часть описания эксперимента неточна. Никаким образом, кроме движения источника с $g = 0$, нельзя компенсировать приращение энергии, полученной фотоном. И эта формула не вытекает из теории относительности, которая здесь абсолютно ни при чем.

Общая формула движения фотона в гравитационном поле точечного источника выводится так:

$$\begin{aligned} E_0 &= h\nu_0, \\ E_0 &= F \cos \alpha H = mg \cos \alpha H, \end{aligned} \quad (3.81)$$

где α — угол, образованный направлением движения фотона, и нормалью; g — ускорение свободного падения в гравитационном поле источника.

$$E_a = \frac{h\nu_0 g \cos \alpha H}{c^2}, \quad (3.82)$$

E_a — энергия фотона в поглотителе;

$$h\nu_1 = h\nu_0 + \frac{h\nu_0 g \cos \alpha H}{c^2}, \quad (3.83)$$

$$(\nu_1 - \nu_0) c^2 = \nu_0 \cos \alpha H, \quad (3.84)$$

$$\frac{\Delta \nu}{\nu_0} = - \frac{g \cos \alpha H}{c^2}. \quad (3.85)$$

При $\alpha = 0^\circ$

$$\frac{\Delta \nu}{\nu_0} = - \frac{gH}{c^2}. \quad (3.86)$$

При $\alpha = 90^\circ$

$$\frac{\Delta \nu}{\nu_0} = 0.$$

При $\alpha = 180^\circ$

$$\frac{\Delta \nu}{\nu_0} = \frac{-gH}{c^2} \quad \text{или} \quad \frac{\nu_0 - \nu_1}{\nu_0} + \frac{(-gH)}{c^2} = 0, \quad (3.87)$$

т. е. частота фотона уменьшается.

Градиент направления гравитационного поля оказывает существенное влияние на частоту кванта. Она (частота) может как увеличиваться, так и уменьшаться, и это объясняется только характером взаимодействия

фотона с точечным гравитационным полем, точнее, углом и направлением перемещения кванта к источнику гравитационного потенциала.

Возникает вопрос. При свободном движении кванта, он, так или иначе, излучает, изменяет (уменьшает) свою частоту, сохраняя постоянной скорость света. Возможно ли, что интенсификация этого изменения под действием гравитационного потенциала приведет к кардинальному процессу, а именно, — изменению скорости света? Или зачем Господу нарушать принцип минимизации и менять сразу два параметра?

Выводы

1. Общая теория относительности, призванная кардинально изменить наше представление о пространстве базируется на принципе абсолютизации геометрии пространства. В этой теории геометрия или кривизна пространства существует сама по себе, вне зависимости от присутствия в нем пробного тела. Скорость света в таком пространстве — величина переменная.
2. Закон всемирного тяготения в том виде, как мы его понимаем, предполагает наличие двух тел (то же для двух полей или квантов)

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2} \quad (3.88)$$

или

$$F = \frac{G h^2 v_1 v_2}{c^4 r^2}, \quad (3.89)$$

$$F = \frac{h^2 v_1 v_2}{F_k r^2}, \quad (3.90)$$

где F_k — постоянная сила, действующая на квант.

Тогда

$$F \cdot F_k = g^2 \quad (3.91)$$

и

$$g^2 = \frac{h^2 v_1 v_2}{r^2}. \quad (3.92)$$

g^2 легко отождествить с гравитационным потенциалом, и мы получаем формулу, утверждающую зависимость гравитационного потенциала только от наличия двух квантов (полей). Собственно, это и есть потенциал матрицы или сама матрица.

3. Теоретические и экспериментальные определения «красного смещения» подтвердили изменение частоты при перемещении фотонов. Из-

менение скорости света ни теоретически, ни экспериментально установлено не было. Одновременное изменение двух параметров противоречит постулату простоты и принципу перемещения фотона в пространстве, при котором меняются только его амплитуда и длина волны.

4. К настоящему моменту в рамках ОТО не существует доказательств изменения скорости света.

§ 3.9. Метрика ОТО

Метрика, порожденная гением А. Эйнштейна, стала одним из самых таинственных свойств пространства. У нее не могло быть никаких иных характеристик, кроме гравитации, и все же, казалось, они были, и еще более неопределенные.

Свойства метрики или сомнения Эйнштейна легко уяснить на простом примере. Возьмем обычный резиновый шарик, надутый воздухом, и нанесем на его поверхность координатную сетку, например, параллели и меридианы. При изменении объема шарика координатная сетка меняет свои параметры. И любая точка, находящаяся на поверхности, испытывает действие силы в плоскости, касательной поверхности шарика, — это и есть сила поверхностного натяжения нашей матрицы. У шарика есть два существенных отличия от метрики А. Эйнштейна. Отсутствует сила гравитации, направленная внутрь к центру шарика. И с увеличением объема или радиуса шарика сила натяжения поверхности растет. Естественно, что в метрике все наоборот.

В статике легко создать подобие или иллюзию метрики Эйнштейна. Достаточно изготовить особую резину, внося в нее мельчайшие частицы железа, а внутрь центра шара поместить магнит. Тогда на любую частицу будут действовать два перпендикулярных вектора силы: натяжения резины и вектор силы, направленный к центру шара.

Понятно, что метрика виртуальна, и для реализации ее влияния первым делом нужна материальная точка, на которую будут действовать три силы, перпендикулярных друг к другу. В то же время сама метрика является продуктом массивного тела. Нет гравитации, нет метрики. Или, в другом варианте, гравитационный потенциал, убывающий пропорционально квадрату расстояния, очень быстро нивелирует действие метрики, превращая ее в ничто.

Метрика еще чем-то напоминает сгусток тумана, быстро редеющий при движении к любой точке на периферии. Она бледнеет, а затем становится совсем прозрачной. На почтительном расстоянии от источников гравитационного потенциала метрики нет. Но вернемся к рассмотрению того конечного объема, когда метрика существует во всей своей красе. Некото-

рое уточнение аналогии. Силы, которые действуют на тело, находящееся на поверхности метрики, конечно же, одной природы, т. е. матрица чем-то похожа на сплошной упругий шар, в котором гравитационный потенциал всегда направлен от периферии к центру, и он родственен силам натяжения, действующим по касательной.

Зафиксируем нашу метрику в пространстве, например, прикрепив ее к штативу. И с помощью тонкой невесомой прочной нити и клея закрепим на поверхности шарика частицу из ферромагнетика. Теперь проткнем шар иглой. Силы касательной плоскости (или поверхностные) исчезают. И на частицу, оставшуюся висеть на нити, действуют только силы магнита, заключенного в центре шара. Метрика А. Эйнштейна трансформируется в мир Ньютона.

У нас только две возможности при сопоставлении этих континуумов. Мы можем считать, что гравитационные потенциалы, действующие на точку, в обеих системах равны, что практически маловероятно, либо в метрике Эйнштейна суммарный потенциал, действующий на точку, существенно выше, чем в мире Ньютона, поскольку дополнительно к силе, направленной к центру, добавляются силы, чем-то похожие на силу поверхностного натяжения.

Небольшое уточнение. Мир Ньютона — просто сфера, выполненная из неупругого материала, например фарфора. Точка на ее поверхности испытывает влияние только одной гравитационной силы, направленной к центру.

Как мы уже отмечали, на точку, находящуюся на поверхности метрики А. Эйнштейна, действуют три взаимно перпендикулярных потенциала.

Сравнивая равенство гравитационных потенциалов метрики $\mathcal{G}_1^2 = \mathcal{G}^n$, где $\mathcal{G}^n$ — потенциал Ньютона, мы найдем, что радиус мира Эйнштейна (R_e) всегда меньше радиуса мира Ньютона (R_n)

$$R_e < R_n.$$

Но, так как $R_e = f(\mathcal{G}_e)$, а $R_n = f(\mathcal{G}_n)$, приравняв значения потенциалов или приняв их равными константе, можно получить соотношения радиусов мира Эйнштейна и мира Ньютона. Без понимания физического смысла это сделал К. Шварцшильд в 1914 г. Решая уравнение геодезической сферического мира и приняв за константу потенциал Ньютона $K_0 = g \approx -\frac{GM}{R^2}$, он получил значение радиуса $R = 2GM/c^2$.

Ньютоновский радиус дает $R = GM/c^2$ [120]. Радиус эквипотенциальной поверхности мира А. Эйнштейна в 2 раза меньше радиуса континуума Ньютона.

Теоретическая дискуссия о реальном радиусе может заключаться в обсуждении того, на каком расстоянии от центра массы начинается гравитационный коллапс. Но не это главное. Важнее понять то, что в мире Ньютона потенциал является осознанной экспериментально проверяемой величиной.

В метрике А. Эйнштейна нет никакой ясности, откуда берутся и что означают потенциалы, действующие в плоскости, перпендикулярной к потенциалу тяготения. И, по-видимому, эта неопределенность довлела над ученым всю жизнь.

Сфера К. Шварцшильда, являющаяся одним из частных случаев мира Эйнштейна, тем не менее оказывается очень наглядной иллюстрацией при обсуждении различий мира Ньютона и метрики А. Эйнштейна.

Количественное отличие, выраженное коэффициентом 2, не представляется столь существенным. Можно найти и другие решения уравнения Шварцшильда в «изотропной» или гармонической формах [121]. Суть не меняется. Метрика должна быть всегда меньше мира Ньютона. В различных математических моделях можно найти и другие коэффициенты, отражающие явление. Дополнительные силы метрики А. Эйнштейна, действующие перпендикулярно к силе притяжения, формально легко представить в виде двух векторов, однако, с точки зрения физики, они много меньше потенциала тяготения. Гораздо лучше они отвечают схеме, соответствующей парадоксу Р. Фейнмана.

Здесь материальная гравитация воздействует на самое себя, сжимая континуум.

Образно говоря, «резиновый мир» или сфера Эйнштейна всегда меньше «фарфорового мира» Ньютона. Не так уж принципиален коэффициент, характеризующий соотношение радиусов этих миров. Ясно, что огибая мир А. Эйнштейна как источник гравитационного излучения, луч света всегда будет испытывать большее отклонение...

Коэффициент 2 в действительности характеризует два различных мира. У Ньютона матрицы нет, и даже в принципе быть не может. Сложный и более современный мир А. Эйнштейна говорит о том, что матрица отражает существование материи. Ибо материя порождает гравитационное поле. Суть матрицы Эйнштейна легко понять, если отказаться от понятия волна, а представить, что каждый гравитон — частица, имеющая реальную конфигурацию, т. е. она тоже является материей. В свою очередь материя гравитонов «неравнодушна» к материи соседнего гравитона, вступая с ним во взаимное притяжение — таково свойство гравитации. Результатом взаимного притяжения гравитонов является поле (или матрица), всегда находящееся в состоянии стагнации (аналог резины), или тенденции к коллапсированию. Чем большей массой обладает тело, тем больше его потенциал тяготения и матрица, которая существует вне зависимости от пробного тела.

Гений А. Эйнштейна отчасти состоял в том, что он в хорошем смысле этого слова был величайшим мистификатором своего времени. Он не только нашел простые и скучные истины, но и сумел одеть их в одежды Мистики и Тайны, придав им невообразимое очарование, на десятки лет приковавшее к себе внимание миллионов людей.

Суть же того, что мы называем общей теорией относительности, заключается в том, что любая материя создает гравитационный потенциал или поле, обуславливающее притяжение любого пробного тела (вещества или материи), также обладающего потенциалом, к этой материи. Помимо этого, казалось бы, очевидного потенциала, определяемого опытом человеческого вещества, гравитационное поле создает дополнительный потенциал (или матрицу), что тоже представляется вполне логичным, поскольку гравитоны материальны. Суть матрицы — есть взаимодействие между отдельными гравитонами. Матрица естественно искажает пространство. И любое тело в пространстве так или иначе ощущает влияние матрицы.

Матрица — это трехмерный гравитационный потенциал, вызванный не массой, а энергией или квантованными сгустками энергии.

Фотон — частица, обладающая энергетическим эквивалентом массы, или той же массой, перемещаясь вблизи объекта, обладающего значительной массой, испытывает на себе двойное влияние. На него (фотон) действует как потенциал тяготения, так и само пространство (матрица), стремящееся коллапсироваться. Вследствие чего он отклоняется от условно прямолинейного движения под влиянием двух эффектов. Хотя в сущности это проявление одной и той же гравитации.

Гравитационное поле порождает и тяготение, и матрицу. Причем тяготение как доминирующий фактор оказывает влияние и на частоту фотона.

Этим и завершается «издевательство» Творца над фотоном. Дальнейшее Его изощрение, выражающееся, согласно А. Эйнштейну, в замедлении скорости света, — никому не нужное излишество природы. А Творец всегда был приверженцем бритвы Оккама, или какой-то ее модификации. Ему незачем менять скорость света. В конце концов в мире что-то должно быть постоянным.

Глава IV

Гравитоны

§ 4.1. Вращение квантов в собственном поле

Исследование движения электрона в поперечном магнитном поле на протяжении десятилетий является любимым занятием экспериментаторов. Установлено, что в этом случае он движется по спирали. Аналогичным образом ведут себя кванты рентгеновского излучения. Можно предположить, что вообще все кванты под действием поперечного магнитного поля движутся или стремятся двигаться по спирали. Обнаружение эффекта зависит только от массы кванта и напряженности магнитного поля.

Выдвинем, возможно, не вполне корректную идею, однако пригодную для расчетов, что электрон или квант создает собственное магнитное поле, влияющее на характер его движения.

На электрон в магнитном поле действует сила Лоренца:

$$F_{\perp} = Be v \sin \alpha = \mu_0 He v \sin \alpha, \quad (4.1)$$

направленная нормально к скорости заряда и индукции магнитного поля. Следовательно, $\sin \alpha = 1$ и $F_{\perp} = \mu_0 He v$. Эта сила сообщает электрону центростремительное ускорение $a = v^2/R$. По второму закону Ньютона $F_{\perp} = ma$, т. е.

$$\mu_0 He v = mv^2/R, \quad (4.2)$$

откуда

$$H = \frac{v_m}{\mu_0 R e}, \quad (4.3)$$

но

$$mc = \frac{h}{\lambda} \quad \text{или} \quad \lambda = \frac{h}{mc}, \quad (4.4)$$

$$\lambda_{эл} = \frac{6,626 \cdot 10^{-34}}{0,911 \cdot 10^{-30} \cdot 3 \cdot 10^8} = 2,424 \cdot 10^{-12} \text{ м},$$

$$\lambda_{эл} = \frac{h}{c} = \frac{2,424 \cdot 10^{-12}}{3 \cdot 10^8} = 0,808 \cdot 10^{-20} \text{ с},$$

$$A_{эл} = \frac{1,636 \cdot 10^{-65}}{\lambda_{эл}} = \frac{1,636 \cdot 10^{-65}}{2,424 \cdot 10^{-12}} = 0,675 \cdot 10^{-53} \text{ м},$$

$$v_{эл} = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi A}{T} = \frac{6,28 \cdot 0,675 \cdot 10^{-53}}{0,808 \cdot 10^{-20}} = 5,246 \cdot 10^{-33} \text{ м/с},$$

$$H_{эл} = \frac{5,246 \cdot 10^{-33} \cdot 9,1 \cdot 10^{-31}}{1,257 \cdot 10^{-8} \cdot 0,675 \cdot 10^{-53} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}} = 3,516 \cdot 10^{17} \frac{\text{KA}}{\text{м}}.$$

Электрон, перемещающийся в вакууме без наложения внешнего магнитного поля, за счет самоиндукции, вызванной вращением вокруг оси, создает собственное магнитное поле напряженностью $3,516 \cdot 10^{17} \frac{\text{KA}}{\text{м}}$.

Эту же формулу можно попытаться применить для расчета напряженности магнитного поля, создаваемого любым квантом.

Запишем:

$$H_{кв} = \frac{2\pi Am}{\mu_0 A eT}, \quad (4.5)$$

где $A_{кв} = R_{кв}$, здесь A и R — амплитуда или радиус цилиндра, в котором перемещается квант

$$H_{кв} = \frac{2\pi m}{\mu_0 eT} \quad (4.6)$$

или

$$H = \frac{2\pi h}{\mu_0 \lambda_c eT} = \frac{2\pi h}{\mu_0 \lambda^2 e c}. \quad (4.7)$$

Вновь запишем:

$$h e v = \frac{m v^2}{\mu_0 R}, \quad (4.8)$$

где v — окружная скорость кванта (скорость в плоскости, перпендикулярной направлению движения)

$$He = \frac{mv}{\mu_0 R}, \quad (4.9)$$

$$v_{\text{кв}} = \frac{2\pi r}{T} = \frac{2\pi A}{T},$$

где A — амплитуда.

$$T_{\text{кв}} = \frac{\lambda}{c},$$

$$v_{\text{кв}} = \frac{2\pi A}{\lambda} = \frac{2\pi A c}{\lambda}, \quad (4.10)$$

$$v_{\text{кв}} = \frac{2\pi c \cdot \text{const}}{\lambda^2}, \quad (4.11)$$

$$v_{\text{кв}} = \frac{6,28 \cdot 1,636 \cdot 10^{-65} \cdot 3 \cdot 10^8}{\lambda^2} = \frac{1,595 \cdot 10^{-55}}{\lambda^2} \text{ м/с},$$

$$v_{\text{кв}} = \frac{1,595 \cdot 10^{-55}}{\lambda^2} \text{ м/с} \text{ — окружная скорость кванта в вакууме,} \quad (4.12)$$

$$He_{\text{кв}} = \frac{2\pi h}{\mu_0 \lambda^2},$$

где $e_{\text{кв}}$ — гипотетический заряд кванта в вакууме,

$$He = \frac{6,28 \cdot 6,626 \cdot 10^{-34}}{1,257 \cdot 10^{-8} \lambda^2} = \frac{3,31 \cdot 10^{-25}}{\lambda^2} \left[\frac{\text{KA}^2 \text{с}}{\text{м}} \right].$$

Мы получили новую зависимость. Произведение напряженности магнитного поля, создаваемого квантом, на его гипотетический заряд в вакууме обратно пропорционально квадрату длины волны⁶⁶ кванта.

Здесь нам представляется целесообразным обсудить или сформулировать проблему гипотетического или виртуального заряда кванта. Мы полагаем, что квант, в отличие от многих сложных или усложненных моделей, перемещающийся в пространстве (вакууме) со световой

⁶⁶ Понятие «длина волны» условно. По существу это длина кванта.

скоростью, представляет собой просто сгусток энергии с переменной плотностью. В этой связи говорить о заряде кванта можно только гипотетически. При перемещении у кванта нет заряда. Однако квантуемая плотность энергии при встрече с преградой или приемником преобразуется в иные виды энергии (например, тепловую или электрическую). Таким образом, каждый квант потенциально несет в себе определенный заряд.

Мы можем утверждать, что значительная по объему плотность энергии — квант, — преобразованный в частицу, движущуюся с досветовой скоростью — электрон, — характеризуется минимально возможным в природе зарядом. Поэтому с большим или меньшим основанием любому кванту можно приписать величину этого заряда. Возможно, эта гипотеза и представляется недостаточно обоснованной. Но ничего другого нет, и, скорее всего, не будет.

Тогда напряженность магнитного поля любого кванта (в том числе и электрона)

$$H_{\text{кв}} = \frac{3,31 \cdot 10^{-25}}{1,602 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}} = \frac{2,066 \cdot 10^{-6}}{\lambda^2} \left[\frac{\text{КА}}{\text{м}} \right],$$

$$H_{\text{кв}} = \frac{2,066 \cdot 10^{-6}}{\lambda^2} \left[\frac{\text{КА}}{\lambda^2 \text{ м}} \right]. \quad (4.13)$$

Эта формула носит универсальный характер. Справедливость ее в рамках высказанной гипотезы не вызывает сомнения. Чем больше длина волны кванта, тем меньше шансов на то, что он в состоянии создать напряженность магнитного поля, достаточную для возникновения электрического тока (или вектора электромагнитного поля). Поэтому гравитон ни при каких обстоятельствах не в состоянии генерировать сколь-нибудь реальное электромагнитное поле. Но мы вправе предположить, что существует излучение (γ -кванты, рентгеновские лучи), генерирующее электромагнитное поле и откликающееся на него (изменяя траекторию своего движения). В то же время существует излучение, условно относящееся к «видимой» части спектра, которое способно генерировать электромагнитное поле.

Также существует гравитационное излучение, которое из-за малости носителей вообще не продуцирует электромагнитное поле. Подобная схема очень проста, но дает представление о том, что естественное (собственное) вращение квантов с разным уровнем энергии способно создавать электромагнитное поле, интенсивность которого определяется только энергией вращающегося кванта.

§ 4.2. Вращение гравитонов

Геометрия располагает очень наглядной моделью риманова пространства: это поверхность, не разворачивающаяся на плоскость.

Г. В. Корнев. Тензорное исчисление

4.2.1. Предпосылки

В 1916 г. А. Эйнштейн с упоением работал над общей теорией относительности. Им впервые были получены 10 тензоров гравитационного поля, которым он тут же постарался дать физическую интерпретацию [1].

Попробуем понять, что же все-таки получил и анализировал А. Эйнштейн.

В n -мерном пространстве число независимых элементов (N) тензора R_{ikpq} :

$$N = \frac{n^2 (n^2 - 1)}{12}. \quad (4.14)$$

Для четырехмерного пространства, которым оперировал Эйнштейн, $N = 20$.

В евклидовом пространстве-времени тензор Римана—Кристоффеля всегда тождественно обращается в ноль.

Пространство А. Эйнштейна не евклидово, отсюда вытекает тривиальная мысль, что тензор Римана—Кристоффеля не равен нулю. Здесь присутствует одна тонкость — половинку арбуза можно положить на стол только двумя способами: мякотью или кожурой. По мысли Эйнштейна, существуют два различных мира — один внутри сферы, обладающей гравитационным полем, другой — за ее пределами. Понятно, что кривизна арбуза или инвариант кривизны является дополнительным условием, ограничивающим применение идеи А. Эйнштейна. И количество составляющих тензора g_{ik} уменьшается в два раза — до 10.

Заметим, что в другом выражении свертку тензора Эйнштейна называют расходимостью или дивергенцией

$$G^p_{i,p} = 0. \quad (4.15)$$

«Расходимость тензора Эйнштейна тождественно равна нулю» [2]. Или он абсолютно сходим к условному источнику поля.

Из десяти компонентов тензора только 6 являются независимыми. Четыре характеризуют пространство-время. Понятно, что весь анализ происходит в поле тяготеющей массы (или масс).

Первый анализ А. Эйнштейна знаменателен двумя понятиями — идеей плоской гравитационной волны и тем, что волны делятся на два класса, переносящие и не переносящие энергию.

В 1918 г. его анализ существенно интереснее:

«Те гравитационные волны, которые не переносят энергии, могут быть получены посредством простого преобразования координат из системы, свободной от поля; их существование является (в этом смысле) лишь кажущимся. Реальными в собственном смысле этого слова являются, следовательно, только такие бегущие вдоль оси x волны, которые соответствуют распространению величин $\frac{\gamma'_{22} - \gamma'_{33}}{2}$ и γ'_{23} (или величин $\frac{\gamma_{22} - \gamma_{33}}{2}$ и γ_{23}). Эти два типа волн

отличаются друг от друга не по существу, а только по своей ориентации. Волновое поле изменяет углы в плоскости, перпендикулярной направлению распространения» [3].

Вторая интерпретация тензорного поля А. Эйнштейном носит почти канонический характер. Его понимание вполне соответствовало духу времени. Шесть пар тензоров вполне соответствовали трем координатам. И равенство четырех из них нулю означало то, что в плоскости, перпендикулярной направлению распространения гравитационного поля (или излучения), не происходит передача энергии. Скорее интуитивно, Эйнштейн построил «выпуклый мир», т. е. мир, в котором не обязателен один источник гравитационного поля (в этом случае лучшей аналогией является резиновый шар или мячик). Конструкция мира А. Эйнштейна предусматривала сколь угодно любую конфигурацию этого мира (аналогия — любая детская надувная резиновая игрушка). С одним замечанием — наблюдатель должен быть внутри этого «резинового мира».

Общая «выпуклость этого мира» по отношению к пространству придавала его гравитационной волне (точнее, гравитационному полю) только одно направление по отношению к оси, вдоль которой распространяется гравитон. Именно тогда в своих первых работах 1916 и 1918 гг. А. Эйнштейн, сам того не осознавая, открыл спин гравитона, поскольку его фраза о «двух типах волн, отличающихся по своей ориентации» собственно и есть очень емкая и точная характеристика спина, если отвлечься от понятия «плоской волны».

Мы можем уточнить также сущность «кажущихся» компонентов тензора А. Эйнштейна. В нашем понимании это означает, что в гравитационном поле, создаваемом пакетом гравитонов, между ними вполне может происходить адекватный обмен энергией, который собственно и создает поле. Грубой аналогией гравитационного поля является поток воды. Все молекулы в потоке как-то взаимосвязаны между собой. Между тем они

перемещаются в одном направлении. Причем поток в своем движении может вращаться по часовой стрелке или против.

Если отбросить вуаль тензорного анализа, становится понятной простота и красота мира А. Эйнштейна, который мы еще неоднократно будем анализировать.

Но прежде чем перейти к анализу, уточним, что наше понимание гравитационного поля существенно отличается от эйнштейновского, полагавшего, что поле состоит из эфемерных плоских гравитационных волн.

В нашем понимании гравитационные поля создаются протяженными, вполне осязаемыми квантами (гравитонами), хорошим аналогом которых является нить или струна.

Эти струны (гравитоны) очень медленно вращаются вдоль оси перемещения.

4.2.2. Спин гравитона

«Единая шкала электромагнитных волн», включающая гравитацию, в нашем понимании означает существование различных квантов энергии с одинаковой плотностью.

Кванты отличаются между собой:

- по размерам;
- по конфигурации;
- по скорости собственного вращения вдоль оси перемещения.

В связи с, казалось бы, идентичностью поведения квантов любых энергий, на первый взгляд, очевидно, что и спин их тот же и равен единице [4]. При написании данной книги выяснилась ошибочность данного мнения.

По общепринятой трактовке, спин гравитона равен 2. Считается, что впервые он был вычислен М. П. Бронштейном [5]⁶⁷. Не вдаваясь в детали расчетов, хотелось бы высказать гипотезу, совмещающую обе точки зрения.

Скорость вращения квантов напрямую зависит от их энергетической насыщенности. Гравитон практически не вращается, как само по себе (и) не вращается и гравитационное поле. Вместе с тем, хоть и очень медленно, он вращается вокруг продольной оси.

Однако, если система приводится во вращение, то, согласно «миру А. Эйнштейна», она имеет два направления вращения.

«Мир А. Эйнштейна» только математическая модель, что само по себе является слабым утешением на пути нашего понимания, почему в «единой шкале квантов», вращающихся в одном направлении, вдруг воз-

⁶⁷ Ранее было показано, что по существу это сделал А. Эйнштейн.

никает некий монстр, приобретающий двустороннее вращение. Или почему вдруг гравитон приобретает подобную дополнительную возможность?

Здесь мы можем высказать только гипотезу, не настаивая на ее корректности, что почти нулевая скорость вращения гравитона вступает в резонанс с направлением вращения источника гравитационного излучения. Или собственное направление вращения материального тела оказывается решающим или определяющим в рождении лево- и правосторонних гравитонов.

Заметим, что гравитоны, вращающиеся в противоположные стороны, ничего общего не имеют с антигравитацией. И, вероятно, при сегодняшнем уровне знаний нет необходимости строить на этот счет какие-то дополнительные гипотезы, а просто сказать, что такова воля Творца или природы.

Возможность вращения гравитонов в противоположные стороны позволяет легко построить теорию магнетизма. Для этого необходима одна простая гипотеза: любое материальное тело, вращающееся с определенной скоростью, сепарирует гравитоны таким образом, что лево- и правовращающиеся концентрируются на разных полюсах вращающегося тела. Естественно, что при этом силы тяготения не претерпевают никаких или почти никаких изменений.

4.2.3. Полюса

Концентрация гравитонов на полюсах вращающегося тела может быть обоснована и законом Кеплера. Запишем стандартное выражение:

$$GM = v^2 / R^3, \quad (4.16)$$

но $v = \omega R$, тогда

$$M = \frac{\omega^2 / R}{G}. \quad (4.17)$$

Во-первых, это уравнение означает, что масса вещества пропорциональна квадрату угловой скорости. Или для того чтобы сконцентрировать бесконечно легкую материю, увлекаемую или порождаемую массой, необходимо увеличивать угловую скорость. А возможно, что концентрация нашей бесконечной легкой материи возможна только в том случае, когда угловая скорость превысит некий предел.

Во-вторых, с уменьшением радиуса концентрация нашей сверхлегкой материи будет непрерывно расти, стремясь к бесконечности.

Теперь нам остается заменить нашу бесконечно легкую материю на гравитоны, и мы получим обоснование концентрации гравитонов на полюсах.

Легко развить гипотезу, предположив, что должна происходить концентрация гравитонов на обоих полюсах вращающегося тела.

Здесь идеальный случай $\omega = \text{const}$, $R \rightarrow 0$.

Дальше мы можем использовать уточняющие идеи.

Приняв гипотезу о существовании широкого спектра гравитонов, условно можно разделить их на две группы («сверхлегкие», которые практически не обладают спином, по существу представляют некое подобие сверхдлинной струны, и «тяжелые», в которых спин прослеживается более или менее отчетливо). Тогда на одном полюсе вращающегося тела должны концентрироваться левосторонние, а на другом — правосторонние гравитоны. В другой более простой схеме на одном из полюсов концентрируются левосторонние, на другом — правосторонние гравитоны. Естественно, это приводит к возникновению магнитного поля без какого бы то ни было специального носителя. Тогда **магнитное поле** — это отсепарированное гравитационное поле, носителем которого является все тот же гравитон.

§ 4.3. Перемещение в пространстве

Попытаемся, с точки зрения Творца или природы, рассмотреть перемещение в пространстве сгустка энергии, именуемого квантом. Ввиду малости объекта и стремления к простоте (брита Оккама), невероятно, чтобы сгусток энергии, именуемый квантом, имел сложную структуру. Существует только два основных варианта строения такого примитивного сгустка энергии:

- сплошная однородная среда;
- дифференцированная плотность с нахождением внутри более плотной части.

По-видимому, в рамках существующих экспериментальных возможностей в настоящее время нереально отдать предпочтение той или иной схеме. Но для простых расчетов идея сплошной среды представляется достаточно корректной.

Приняв как концепцию примерно одинаковую энергетическую насыщенность кванта, мы приходим к пониманию того, что у Творца не так уж много способов разнообразить их. Возможно, в этом и нет необходимости. Кванты можно разделять по размерам, конфигурации и скорости вращения. В принципе этого вполне достаточно, и вряд ли Творец прибегал к излишней изощренности. Эта идея представляется основной и единственной.

Располагая гигантским спектром экспериментальных возможностей, современная наука не смогла обнаружить ни гипотетический гравитон, ни носитель магнитного заряда. Следует допустить, что обе эти частицы очень

малы. Но тогда возникает вопрос, так ли изощрен Господь, чтобы изобретать две очень небольшие частицы там, где можно обойтись одной. Проще допустить, что это одна и та же частица, однако в одном случае она не вращается (или вращается с очень небольшой скоростью) — это гравитон. В другом случае — ансамблю гравитонов придается вращение, и он приобретает полюса и создает наведенное магнитное поле, обусловленное не собственным вращением, которого практически нет, а внешними факторами.

Будем придерживаться этой концепции. Специфика единой шкалы электромагнитных возмущений заключается в том, что квант выступает в роли двуликого Януса. С одной стороны, все кванты обладают единой плотностью энергии. С другой стороны, высокоэнергетический сгусток, именуемый квантом, заключен (или перемещается) в единичном объеме, конфигурация которого различна. По мере уменьшения частоты кванта (переход от электрона к γ -кванту и вплоть до гравитонов) энергия его снижается; соответственно изменяется конфигурация единичного объема с координатами S и A , в котором перемещается квант. Для электрона и γ -кванта это цилиндр. Для гравитона — жгут или струна. Если высокоэнергетический квант обладает спином, т. е. вращается вокруг собственной оси в плоскости, практически перпендикулярной направлению оси его движения, то гравитон обладает спином только формально. Практически он не вращается. Его спин близок к нулю. В самом деле, пусть длина гравитона равна $\approx 10^{26}$ м, тогда время вращения вокруг оси

$$T = \frac{\lambda}{c} = \frac{10^{26}}{3 \cdot 10^8} \approx 3,3 \cdot 10^{17} \text{ с},$$

а скорость вращения

$$v_1 = \frac{2\pi A}{T} = \frac{2\pi \cdot 10^{-95}}{3,3 \cdot 10^{17}} \approx 2 \cdot 10^{-112} \text{ м/с}.$$

Чудовищно малая величина этой скорости позволяет утверждать следующее:

- спин гравитона близок к нулю;
- гравитон не вращается в продольной плоскости;
- гравитон не является спиралью, а тем более волной в любой плоскости, параллельной оси своего движения.

Он не совершает колебательных или вращательных движений. Пронзая пространство и не встречая никакого сопротивления, гравитон не обладает ни одним из видов вращений⁶⁸, свойственных «обычным» квантам,

⁶⁸ Можно считать его и вращающимся «жгутом», но скорость вращения чрезвычайно мала.

и в силу этих причин не может даже в принципе порождать собственное электромагнитное поле.

Гравитация сама по себе не может генерировать электромагнетизм. В то же время, в отличие от других частиц, гравитоны обладают собственным горизонтом (или собственной сферой). То есть они склонны к «окукливанию». Жгуты или струны отдельных гравитонов, замыкаясь на себя, образуют (или стремятся образовать) единое гравитационное поле, в котором вектор центростремительного ускорения направлен к центру масс.

Устойчивость или стабильность гравитационного поля поддерживается не на микро-, а на макроуровне за счет сферы тяготения или сферы собственного горизонта.

Постоянство силы в свою очередь означает, что

$$F_{\text{ц}} = ma = \text{const.}$$

То есть чем больше масса кванта, тем с меньшим ускорением он перемещается, и наоборот. Низкоэнергетические кванты должны быть рядом с источником возбуждения на минимально возможной орбите $R \rightarrow 0$. Возможно, у них вообще нет орбиты, и они в момент зарождения отщепляются от основного сгустка электромагнитной энергии (электрона). В свою очередь небольшие сгустки энергии должны вращаться вокруг электрона или иной массы с огромной скоростью.

Постоянство центростремительного ускорения, действующего на кванты, на первый взгляд является парадоксальным, поскольку кажется, что при практически нулевом или очень малом ускорении масса гравитона должна быть бесконечно велика.

Однако можно записать:

$$F_{\text{ц}} = \sum m_g \cdot a, \quad (4.18)$$

где $\sum m_g$ — масса гравитонов.

Таким образом, предложенное уравнение только характеризует огромную массу гравитационного поля Вселенной. С другой стороны, из того же равенства следует, что в естественных условиях число частиц с тяжелой массой (γ и рентгеновского излучения) и распространяющихся со скоростью света, минимально. На наш взгляд, мы в состоянии предложить удивительное подтверждение свойств гравитона. Запишем классическое соотношение для энергии:

$$dE = dF \cdot dS. \quad (4.19)$$

Излучение — это энергия или ее сгусток. Мы можем допустить, что сгусток энергии делим до мельчайших частиц.

Тогда:

$$\sum dE_i = \sum dF_i \cdot dS. \quad (4.20)$$

Предположим, что гравитон является последней неделимой частью кванта.

$$dE_r = dF_r \cdot dS. \quad (4.21)$$

Полагаем, что на квант действуют только две силы: dE_{1r} — отвечающая за его продольное перемещение и dF_{2r} — ответственная за его вращение:

$$dE_r = (dF_{1r} + dF_{2r}) \cdot dS. \quad (4.22)$$

По мере перемещения в пространстве $dS \rightarrow \infty$. Тогда $dE_r \rightarrow \min$. Но $dF_{1r} = \text{const}$, тогда $dF_{2r} \rightarrow 0$.

В конечном виде формула (4.22) преобразуется в вид:

$$dE_r = dF_{1r} \cdot dS_{\max}. \quad (4.23)$$

Гравитон перестает вращаться вокруг оси, а его путь подходит к концу, но подобное возможно только в том случае, когда гравитон замыкается на себе, т. е. гравитон в конечной фазе представляет собой кольцо (или горизонт).

Следствием существования подобной формы гравитона являются следующие леммы.

Леммы

1. Квант по мере своего перемещения в пространстве теряет свое магнитное поле.
2. Гравитон из-за отсутствия собственного вращения не в состоянии генерировать магнитное поле.
3. Замкнутое поле отдельного гравитона и суммы гравитонов в состоянии создавать сильнейшее вырожденное электрическое поле, в котором отсутствуют заряды — это и есть гравитационное поле.
4. Гравитационное поле является радиальным или соленоидальным, $\text{div } \mathbf{G} = 0$.
5. В гравитационном поле $\text{rot } \mathbf{B} = 0$, $\text{div } \mathbf{E} = 0$, $\text{rot } \mathbf{E} = 0$.
6. При вращении гравитационного поля (звезда, планета) $\text{div } \mathbf{G} \neq 0$.

Запишем другое уравнение:

$$F = \frac{ha}{c\lambda}, \quad (4.24)$$

где a — ускорение
или

$$F = \frac{h}{\lambda t}. \quad (4.25)$$

При скорости света время увеличивается до бесконечности. А следовательно, сила стремится к нулю. Все, что находится в гипотетиче-

ской системе отсчета, движущейся со скоростью света, не ощущает действия силы. Но в другом варианте, может быть истинным, время останавливается или стремится к нулю, и тогда сила, определяемая соотношением гравитационной постоянной и скорости света, властвует над миром.

§ 4.4. Гравитационное поле и гравитационная постоянная

В настоящее время не существует сомнения в тождественности гравитационной и инерционной масс. То есть гравитационное поле может быть генерировано или наоборот компенсировано движением (в том числе и вращательным), однако гравитация как неотъемлемое свойство материи вполне может существовать и в относительно неподвижной системе. Гравитация, на первый взгляд, не нуждается в движении материи или энергии. Она, как будто, способна существовать вне зависимости от движения.

Электрическое поле может быть получено в результате создания разности потенциалов, приложенных к проводящей среде, или за счет пересечения магнитного поля проводящей средой (например, проводником).

В общем случае, если не анализировать поле постоянных магнитов, то круговое магнитное поле возникает за счет движения электронов.

Но электрон правомерно рассматривать как сверхквант с очень низкой (возможно, минимальной) длиной волны⁶⁹.

Тогда, согласно выражению (4.13), движение электронов создает максимально высокую напряженность магнитного поля. Все остальные кванты продуцируют магнитное поле меньшей напряженности, а гравитоны практически лишены магнитного поля.

$$H_{эл} = 3,516 \cdot 10^{20} \text{ А/м.}$$

Соответственно, напряженность электрического поля электрона

$$E_{эл} = \frac{7,09 \cdot 10^{120}}{3,516 \cdot 10^{20}} = 2,016 \cdot 10^{100} \text{ В/м.}$$

Для гравитона

$$\lambda \approx 2\pi \cdot 10^{26} \text{ м,}$$

$$H_{гр} = \frac{2,066 \cdot 10^{-6}}{(6,28 \cdot 10^{26})^2} = \frac{2,066 \cdot 10^{-6}}{3,9438 \cdot 10^{53}} = 0,5238 \cdot 10^{-59} \text{ КА/м.}$$

⁶⁹ Не следует забывать, что «длина волны» — понятие условное.

Соответственно:

$$E_{\text{гр}} = \frac{7,09 \cdot 10^{120}}{0,5238 \cdot 10^{-59}} = 1,3535 \cdot 10^{180} \text{ В/м.}$$

Можно считать, что гравитон, который не испытывает или почти не испытывает собственного вращения вокруг оси перемещения, не обладает магнитным полем (или оно стремится к бесконечно малой величине) и, наоборот, создает мощнейшее электрическое поле.

Таким образом, гравитационное поле — это сверхмощное электрическое поле, или псевдополе, характеризуемое отсутствием электрона, как переносчика заряда. Зарядом являются сами гравитоны.

Попутно заметим, что данная схема развенчивает идею равенства векторов напряженности электрического и магнитного полей, что явилось крайне неудачной интерпретацией поведения волны в пространстве.

Материя продуцирует гравитоны. Движение со световой скоростью гравитонов создает постоянное взаимное притяжение масс, обусловленных разностью их гравитационных потенциалов. Притяжение описывается стандартным правилом «обратных квадратов», аналогичным закону Кулона.

Можно придумать множество характеристик гравитационного поля, но наиболее простая и понятная заключается в том, что это — поле, вызванное псевдозарядами, продуцируемыми массой. Величину этих псевдозарядов легко можно записать как $q = f(M) = \text{const } M$.

Тогда

$$\text{const} = \sqrt{G} \quad \text{и} \quad F = G \frac{M m}{r^2}.$$

Можно записать

$$\text{Div } G = \rho. \quad (4.26)$$

Гравитационный потенциал зависит от плотности материи. А размерность гравитационной постоянной $G \left[\frac{1}{\rho T^2} \right]$, что логично, тождественна значению гравитационной постоянной из уравнений Кеплера:

$$G = \frac{3 \pi}{\rho T^2}. \quad (4.27)$$

Следовательно, гравитационная постоянная все-таки зависит от вращения.

В принципе возможна абсолютизация гравитационной постоянной. Такой подход возможен, если считать, что гравитационная постоянная определяется вращением гравитонов вокруг какого-то центра масс:

$$G_{\text{гр}} = \frac{3 \pi}{\rho \rightarrow \max \cdot T^2 \rightarrow \min} . \quad (4.28)$$

В другом варианте — гравитационная постоянная определяется вращением вещества Вселенной вокруг некоего центра масс:

$$G_{\text{вс}} = \frac{3 \pi}{\rho \rightarrow \min \cdot T^2 \rightarrow \max} . \quad (4.29)$$

В этом случае локальные центры масс могут влиять на величину гравитационной постоянной.

Вторая идея представляется более логичной. Из нее следует постоянство гравитационной постоянной для любой вселенной, замкнутой полем собственного гравитационного горизонта. В самом деле, плотность вселенной является очень малой постоянной величиной, так же как и поле гравитационного горизонта или время вращения вокруг гипотетической оси. Иными словами, соблюдаются все требования, чтобы в конкретной вселенной гравитационная постоянная была константой, равно как и скорость света. Эти две «истинные» константы и порождают все свойства материи вселенной.

§ 4.5. Магнетизм и электромагнетизм

Магнетизм — фундаментальное свойство вращающихся тел.

П. М. С. Блэккетт

Магнетизм имеет вращательный характер.

У. Томсон

Вряд ли можно избежать вывода о том, что свет состоит из поперечного волнового движения той же среды, которая вызывает электрические и магнитные явления.

Дж. Максвелл

Не вдаваясь в природу или историю концепции эфира, мы только обращаем внимание на рождение мнения, которое так или иначе остается доминантным до наших дней — единая природа света и электромагнетизма.

Экспериментами Генриха Герца, как будто, было установлено тождество электромагнитных волн, описываемых уравнениями Максвелла, и световых лучей.

Почти полное подобие поведения пучка генерированных электронов и светового луча (фотонов) привело вначале к становлению, а затем и закреплению в сознании людей этого тождества, а следовательно, к рождению единого и всеобъемлющего понятия — «электромагнитное поле», которое распространялось на все виды излучения (кроме гравитационного), о котором мало что было известно.

Приняв за основу волновое объяснение экспериментов Френеля, мир пришел к уродливому гибриду волны и частицы. Проблема состояла в том, что безукоризненные по исполнению опыты Френеля можно было просто объяснить с помощью волновой теории. Простое решение лежало на поверхности и оно, конечно же, было использовано в первую очередь. Опыты с дифракцией электронов должны были, на взгляд автора, насторожить сторонников этой теории и попытаться найти другое объяснение экспериментальным данным, однако этого не произошло. Электрону тоже были приписаны волновые свойства. На то существовало несколько причин:

- удобство волновой теории;
- инерция мышления.

Знание того, что электрон является частицей, было проигнорировано, хотя волновые свойства такой сравнительно большой и индивидуальной частицы, как электрон было очень непросто объяснить с точки зрения физики и легко, прибегнув к математическому формализму волновой идеи.

Возвращаясь к понятию всеобъемлющей электромагнитной волны и электромагнитного поля, следует сделать несколько предварительных замечаний. Первое из них относится к тому, что Максвелл и его ближайшие последователи Герц и Хевисайд экспериментировали именно с электромагнитным полем, возникающим в проводках, или с частицей (электроном), движущейся в пространстве с досветовой скоростью. То есть электромагнитная волна могла распространяться и со световой скоростью, но только в присутствии проводника.

Распространение понятия «электромагнитной волны» на любое излучение, движущееся со скоростью света, привело к парадоксу:

- электромагнитная волна перемещается в пространстве со скоростью света;
- носитель части (половины) энергии электромагнитной волны (электрон) не может распространяться в пространстве со скоростью света.

Сказочная красота уравнений Максвелла и их завораживающее влияние привели к тому, что на это противоречие мало кто обратил внимание.

Придерживаясь концепции специальной теории относительности о том, что материальная частица не может перемещаться в пространстве со скоростью света, мы должны находить какое-то объяснение вопросу, что же все-таки перемещает в пространстве электромагнитную составляющую энергии?

Гипотеза 1

В световом луче (псевдодолне⁷⁰) материальным носителем электрической компоненты является неизвестная частица с отрицательным зарядом. Но мы этой частицы не знаем.

Гипотеза 2

Световая волна представляет собой сгусток энергии и только при попадании в «приемник» трансформируется в две составляющие поля (магнитную и электрическую компоненты). Здесь мы столкнемся с тем, что цуг фотонов преобразуется в электрон или электроны.

Гипотеза 3

Световая волна представляет собой сгусток энергии и переносит только магнитное поле. При контакте с приемником, являющимся проводником тока, магнитное поле в полном соответствии с уравнениями Максвелла порождает электромагнитную волну (или электромагнитное возбуждение), движущуюся по проводнику или около проводника.

Вторая и третья гипотеза не противоречат теории относительности. И нам представляется, что третья гипотеза близка к истине. В пространстве перемещается сгусток энергии, генерирующий только магнитное поле в режиме ожидания. То есть при введении в это поле проводника или при контакте поля с проводящей средой оно либо ионизирует эту среду, либо порождает в ней электрический ток.

Высказав подходящую гипотезу о носителях магнитной составляющей поля, мы завершим построение теоретической концепции. В отличие от носителя электрического поля, никто не наблюдал материальный носитель магнитного поля. Следовательно, версия о том, что он не может перемещаться в пространстве с досветовой скоростью, вполне правомерна.

Магнитное поле возникает в результате перемещения в пространстве частиц (фотонов) со световой скоростью. Неудачные попытки многих групп исследователей обнаружить фотоны (кванты) магнитного поля приводят к мысли, что масса их очень мала. Существует еще несколько гипотез, позволяющих объяснить неуловимость частиц, генерирующих магнитное поле:

- Господь Бог не настолько злонамерен, чтобы создавать две группы специфических мельчайших частиц (носители магнитного поля — магнитоны, например монополи Дирака, и гравитационного — гравитоны);
- магнитное поле вызывается дисбалансом гравитонов в проводящей среде;

⁷⁰ В дальнейшем — просто волна.

- дисбаланс гравитонов (их избыток в одной части и недостаток в другой) может возникать как результат свойств вихря в проводящей среде (ее вращения);
- определенные вещества (ферромагнетики) способны сохранять (замораживать) дисбаланс гравитонов, а следовательно, создавать статическое магнитное поле.

«Полное поле», о котором мечтал А. Эйнштейн, включает гравитационное и электромагнитное поля. Гравитационное поле создается мельчайшими частицами, перемещающимися в пространстве со скоростью света. Нейтрино — тоже разновидность гравитонов.

Пространство, находящееся в отдалении от точечных источников вещества, заполнено фоновым гравитационным излучением и создает некое подобие гравитационного океана. Вокруг точечного источника вещества создается потенциал тяготения, вызванный высокой концентрацией гравитонов. Потенциал тяготения влияет на любые материальные предметы, в том числе и на сгустки энергии (фотоны), вызывая смещение их траектории и направляя их движение по геодезической, вызывая иллюзию метрики пространства.

Дисбаланс гравитонов во вращающейся проводящей среде приводит к созданию магнитного поля.

Некоторые проводящие вещества способны замораживать или сохранять дисбаланс гравитонов, а следовательно, создавать постоянное гравитационное поле.

Помещение в магнитное поле движущейся проводящей среды может привести к возникновению электромагнитного поля.

Электромагнитное поле описывается уравнениями Максвелла и проявляется только в системе магнитное поле — проводник, перемещающихся в пространстве относительно друг друга. Электромагнитное поле является суперпозицией замкнутого поля гравитонов и пересекающего это поле потока электронов — отрицательно заряженных частиц, перемещающихся в пространстве с досветовой скоростью.

Излучение является векторным (направленным) потоком фотонов (частиц, перемещающихся в пространстве со световой скоростью). Излучение, представляющее собой цуг отдельных сгустков энергии (фотонов), всегда перемещается в гравитационном поле (фоновом, которое еще называется физическим вакуумом) и (или) точечном, вызванном концентрацией (плотностью) вещества.

Перемещение сгустка энергии в гравитационном поле происходит по аналогии с движением пузырька воздуха в жидкости (воде). Здесь в качестве жидкости выступает гравитационное поле. Соппротивление гравитационного поля движению сгустка энергии вызывает следующие эффекты:

- фотон всегда перемещается по винтовой линии, стремясь уменьшить «трение» о гравитационное поле. В результате он «катится» по полю, совершая вращение в трех плоскостях;
- результатом вращения фотона является возникновение магнитного поля, окружающего его;
- соответственно, любое излучение (дуг фотонов) обладает магнитным полем;
- фотон вращается в трех плоскостях со световой скоростью;
- в результате вращения и (или) взаимодействия с гравитационным полем фотон излучает гравитоны.

Фотон, перемещаясь по геодезической в отсутствии точечных источников вещества, излучает:

- в результате центростремительного ускорения по аналогии с вращающимся электроном;
- в результате нарушения предела Пуанкаре

$$\omega > \sqrt{2\pi G \rho},$$

где G — универсальная постоянная тяготения; ρ — плотность фотона.

Заметим, что $\rho = \text{const} = 2,36 \cdot 10^{112}$ Дж/м³, и предел Пуанкаре легко рассчитывается:

$$\omega = \sqrt{2 \cdot 3,14 \cdot 6,672^{-11} \cdot 10 \cdot 2,36 \cdot 10^{112}} = 3,1446 \cdot 10^{51} \text{ Дж/кгм}.$$

В результате — «трение» фотона о гравитационное поле. Трение происходит циклами. Наиболее вероятно, что на каждом витке спирали фотон теряет гравитон, однако возможно, что потеря происходит и на любом другом отрезке геодезической.

Его взаимодействие с фоновым гравитационным полем имеет вид:

$$r = \frac{ch}{q_2} \cdot \ln \frac{v_0}{v_1}, \quad (4.30)$$

где: q_2 — энергия «потерянного» гравитона;

v_0 — начальная частота фотона;

v_1 — частота фотона после излучения гравитона.

Излучение вступает во взаимодействие с гравитационным полем. При взаимодействии излучения с фоновым гравитационным полем возникает красное смещение.

При взаимодействии гравитационного поля точечных источников вещества с фотоном последний движется по геодезической, создавая иллюзию псевдометрики. Причем геодезическая меняет метрику (конфигура-

ции) после каждой потери гравитона. Таким образом, мы пришли к понятию «*полного поля*», состоящего из четырех компонентов, взаимодействующих друг с другом:

- Гравитационное поле (фоновое и точечное) вызывается свойством вещества (энергии) постоянно терять (излучать) гравитоны.
- Магнитное поле в двух вариантах: вихревое (динамическое) и замороженное (статическое). Первое вызывается вихрем и дисбалансом гравитонов в проводящей среде. Второе — результат фиксации дисбаланса особыми проводящими материалами, обладающими свойствами ферромагнетиков.
- Электромагнитное поле, вызванное движением магнитного поля в проводящей среде.
- Излучение — перемещение фотонов (сгустков энергии) в гравитационном поле, сопротивляющемся их движению.

При взаимодействии излучения с магнитным полем могут образовываться электроны и, как следствие, возникать электромагнитное поле или ионизация молекул. Для этого необходимо сочетание излучения фотонов с высокой энергией и магнитного поля высокой напряженности. Наиболее вероятно, что подобное взаимодействие будет наиболее сильно на одном из полюсов, где концентрируются гравитоны. Частным случаем такого взаимодействия является полярное (северное) сияние, вызванное ионизацией молекул, в магнитном поле Земли.

Мы, вероятно, можем ничего не изобретать, а воспользоваться уравнением, свидетельствующим о том, что малые возмущения магнитного поля распространяются со скоростью C_m [6]:

$$C_m = \frac{H_0}{\sqrt{4\pi\rho}}, \quad (4.31)$$

где ρ — плотность фотона.

Но каждый элементарный объем плотности фотона, как и сам сгусток энергии, может распространяться только с фиксированной скоростью света.

Следовательно,

$$H_0 = c\sqrt{4\pi\rho}, \quad (4.32)$$

где $c = c_m$ — скорость света.

Это уравнение справедливо с точки зрения здравого смысла, поскольку просто не существует других параметров, которые могли бы влиять на напряженность поля, возникающего в фотоне. Очевидно, что ρ напрямую связано с частотой $\rho = f(\nu)$. То есть фотоны или кванты рентгеновского излучения продуцируют гораздо более мощное магнитное поле, чем фотоны длинноволновой части спектра.

Основываясь на совпадении уравнений поля вихревых линий и поля магнитных силовых линий в вязкой жидкости, В. В. Петкевичем установлена магнитно-вихревая аналогия [7]⁷¹.

Запишем его суждения в удобной для нас форме.

Принимаем, что фотон (сгусток энергии) является полным аналогом вязкой проводящей жидкости.

Вектор вихря

$$\omega = 1/2 \operatorname{rot} c. \quad (4.33)$$

Обобщенное уравнение Гельмгольца

$$\partial \omega / \partial t + (c \nabla) \omega - (\omega \nabla) c = \nu \Delta \omega. \quad (4.34)$$

Из уравнения (4.34) видно, что в фотоне невозможно обращение движения

$$\partial H / \partial t + (c \nabla) H - (H \nabla) c = \nu_m \Delta H, \quad (4.35)$$

где $\nu_m = c^2 / 4\pi \partial$ есть коэффициент магнитной вязкости; ∂ — проводимость массы фотона.

Уравнение (4.35), описывающее изменение вектора напряженности магнитного поля, с точностью до обозначений совпадает с уравнением (4.34). Множитель ν_m аналогичен множителю ν — кинематическому коэффициенту вязкости в уравнении для вихря. Называется множитель ν_m коэффициентом магнитной вязкости.

Если проводимость среды весьма велика, т. е. если можно считать $\sigma \rightarrow \infty$, то коэффициент магнитной вязкости ν_m — малая величина и можно положить $\nu_m \rightarrow 0$.

Тогда уравнение (4.35) принимает вид:

$$\frac{\partial H}{\partial t} = (c \nabla) - (H \nabla) c = 0 \quad (4.36)$$

или

$$\frac{DH}{Dt} = (H \nabla) c. \quad (4.37)$$

Уравнение (4.37) имеет тот же вид, что и уравнение Гельмгольца для вихря в идеальной жидкости, которое является необходимым и достаточным условием вмерзлости вихревых линий в вещество. Можно утверждать, что при отсутствии магнитной вязкости (при очень высокой проводимости) магнитные силовые линии всегда проходят через одни и те же частицы вещества (они вмерзены в вещество).

⁷¹ Уравнения и некоторые положения с небольшими изменениями заимствованы из книги В. В. Петкевича.

Очевидно, что фотон, представляющий собой подвижный сгусток энергии, плотность которого постоянно меняется, не подходит для утверждения концепции «вмороженности» магнитных силовых линий. Однако ассоциация фотона с магнитным полем несомненна. Квант, вращаясь (а он всегда вращается с определенной скоростью), генерирует магнитное поле.

Электрон, вращаясь, также продуцирует магнитное поле, но он сам несет в себе электрическую компоненту, и потому вращение электрона — есть электромагнитное поле. Электрическое поле, созданное потоком электронов, всегда порождает магнитное, но обратный порядок не обязателен. Магнитное поле вполне самодостаточно и может существовать, не генерируя электрической компоненты.

Таким образом, в пространстве могут существовать два вида поля, вызванных излучением фотонов и электронов. Кванты продуцируют магнитное поле. Движение электронов в магнитном поле создает классическое электромагнитное поле, описываемое уравнениями Максвелла

$$\operatorname{rot} \mathbf{E} = -\frac{1}{c} \frac{\partial \mathbf{H}}{\partial t}, \quad \operatorname{div} \mathbf{H} = 0, \quad (4.38)$$

$$\operatorname{rot} \mathbf{H} = -\frac{4\pi}{c} \mathbf{J} + \frac{1}{c} \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t}, \quad \operatorname{div} \mathbf{E} = 4\pi \rho_e. \quad (4.39)$$

Закон Ома для подвижной среды:

$$\mathbf{J} = \sigma \left\{ \mathbf{E} + \frac{1}{c} [\mathbf{vH}] \right\} + \rho_e \mathbf{v}, \quad (4.40)$$

здесь σ — проводимость среды — величина, обратная сопротивлению. Обратим внимание на последний член векторного уравнения Максвелла, т. е. на

$$\frac{1}{c} \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t}. \quad (4.41)$$

Это так называемый ток смещения, который ввел в уравнение Максвелл (он же и дал ему название). Ток смещения, во-первых, отличен от тока проводимости, а во-вторых, как правило, мал по своей величине относительно других членов уравнения. Полагая, что в излучении тока смещения быть не может⁷², запишем условие возникновения тока в виде:

$$\mathbf{J} = \frac{\operatorname{rot} \mathbf{H} c}{4\pi}. \quad (4.42)$$

⁷² Ток смещения пропорционален электродвижущей силе.

То есть ток (вектор плотности электрического тока) возникает при вращении магнитного поля, перемещающегося со скоростью света. Все это очень логично. Но ток возникает только как результат направленного движения электронов

$$\vec{e}p = \frac{\text{rot } Hc}{4\pi}, \quad (4.43)$$

$$\vec{e} = \frac{\text{rot } H'c}{4\pi}, \quad (4.44)$$

где H' — минимальный или граничный вектор напряженности магнитного поля, при котором возможно рождение единичного электрона.

Следовательно, не каждое магнитное поле способно породить электрон. Полагая, что нижняя граница напряженности, способная породить электрон, находится где-то в области спектра радиоволн, следует полагать, что гравитационное поле ни при каких обстоятельствах не способно генерировать электрический ток.

Здесь мы, с одной стороны, близки к тому, чтобы прийти к эйнштейновскому пониманию единой теории поля, «в которой гравитационное и электромагнитное поля рассматриваются лишь как различные компоненты одного и того же единого поля» [8].

Гравитационное поле является перерожденным электромагнитным полем. Суть этого перерождения заключается в том, что гравитационное поле неспособно порождать электрическую компоненту. Естественно, что оно генерирует магнитное поле, как результат собственного вращения. Магнитное поле — это вращающееся гравитационное поле. Монополи Дирака не существуют, и попытка их экспериментального обнаружения сводится к обнаружению гравитона.

Нам трудно судить, насколько убедительны наши соображения, однако отчасти они сводятся к решению, казалось бы, известной задачи, что первично — курица или яйцо. Приведем известную точку зрения, следующую из уравнений Максвелла:

«Электрические силовые линии начинаются и кончаются на зарядах.

Магнитные силовые линии нигде не начинаются и не кончаются.

Такая асимметрия, несправедливость, если хотите, может легко поранить чью-нибудь чувствительную душу. Кроме того, если вникнуть глубже в смысл уравнений Максвелла, получится, что электричество вполне может обойтись без магнетизма, а магнетизм без электричества — нет!

Фактически уравнения Максвелла полностью сводят магнетизм к электричеству. После того как Ампер продемонстрировал две спи-

рали с током, «притягивающиеся как магниты», магнетизм как таковой, казалось, перестал существовать.

Две великие силы природы оказались одной — электричеством. Вся тысячелетняя история этих двух явлений, казалось, восставала против такой несправедливости.

Именно отсутствие магнетизма как самостоятельного явления и утверждается уравнениями Максвелла. Магнетизма нет, есть одно электричество.

Электричество имеет источник — электрический заряд.

Магнетизм имеет источником лишь электричество.

Это смущает.

Это наводит на крамольные мысли.

К тому же — явная математическая асимметрия уравнений, которые, как говорил Гери, живут самостоятельной жизнью и иногда кажутся даже умнее человека, создавшего их.

Но классическая теория электромагнетизма не содержит ничего, что оправдывало бы по существу такое «неравенство» электричества и магнетизма» [9].

Позволим себе не согласиться с автором. Во-первых, математический формализм или симметрия в конкретном случае ничего не доказывает. Во-вторых, в системе электричество — магнетизм вовсе не следует «первичность» электричества. Земля имеет магнитное поле, однако ни о каком первичном электричестве речь не идет. Возможное зарождение электронов в магнитном поле Земли или, по крайней мере, их концентрация — результат внесения проводящей среды (проводника) в магнитное поле, а не наоборот.

Первично именно магнитное поле. Оно может возникать как следствие вращения объектов любого масштаба, обладающих плотностью и проводимостью (от низкоэнергетических квантов — радиоизлучения с огромной длиной волны) до гигантских звезд. Мы вернулись к гениальной и потерянной догадке Томсона о том, что «магнетизм имеет вращательный характер».

В 1924 г. А. Эйнштейн повторил эту идею: «Скорее, похоже на то, как будто магнитные поля возникают при вращательном движении нейтральных масс» [10].

Магнетизм — это вращающееся гравитационное поле (или результат его вращения). Отдельного разговора заслуживает природа этой раскрутки, т. е. вопрос, при каких условиях возникает гравитационное поле. Возможно, оно аналог вихрей, возникающих в земной атмосфере — оно дисбаланс гравитонов на одном из полюсов и их избыток на другом. Фоновое гравитационное поле обладает слишком маленькой энергией, чтобы породить гравитационное поле. Но этой энергии достаточно, чтобы придать двойное вращение фотону и возбудить в нем магнитное поле. Гравитаци-

нное поле точечных масс вещества способно породить собственное магнитное поле проводящего и вращающегося сгустка вещества.

Магнитное поле достаточной мощности, встречаясь с проводником, способно породить электромагнитное поле, в котором появляется точечный носитель (электрон).

В этой теории существуют тонкости. Вращение тела должно осуществляться со скоростью, превышающей критический барьер; плотность вращающегося вещества также должна быть выше какого-то предела.

Возвращаемся к ранее высказанной идее о том, что магнетизм — результат вращения гравитационного поля. Двухполюсность магнетизма в этом случае можно представить в двух ипостасях.

Суть первой гипотезы заключается в том, что существуют гравитоны двух типов, несущих положительный и отрицательный заряд. Вторая гипотеза кажется более простой. Один полюс попросту обедняется гравитонами, другой ими обогащается. Дисбаланс гравитонов на оси вращающегося тела должен обеспечивать разнополюсность магнитов. Памятуя о полном балансе числа псевдозарядов на различных полюсах магнитов и на бесконечной протяженности магнитных силовых линий, мы вправе отбросить фактор случайности при формировании числа зарядов на полюсах магнита. В этом случае Бог или природа должны были идти по самому простому пути, а именно, — использовать концентрационный фактор; уменьшить число псевдозарядов на одном из полюсов и за счет этого обогатить ими другой полюс.

Существование полярного сияния, наблюдаемого чаще в Северном полушарии, как будто подтверждает данное положение. Упорядоченное движение (вращение) ионизированных газов и электронов, составляющих суть полярного сияния, происходит за счет концентрации отрицательно заряженных ионов и электронов вблизи северного полюса, свидетельствует о продуцировании или концентрировании положительно заряженного поля или псевдополя (или части магнитного поля).

Поскольку гравитационный потенциал зависит от плоскости, то на границе раздела поверхностей (или на поверхности любого шара) должны концентрироваться гравитоны.

Опыты с гарреллой (намагниченным шаром — моделью Земли), во-первых, подтвердили идею концентрации электронов вблизи одного из полюсов, во-вторых, показали масштабируемость явления.

Проведенные эксперименты, как будто, свидетельствуют о том, что на северном полюсе концентрируются положительные заряды.

Сам факт концентрации тех или иных зарядов вблизи оси вращения твердого тела представляется вполне объяснимым. Если центробежная сила, влияющая на гравитоны, есть величина постоянная, то и центробежное ускорение должно быть максимально вблизи оси вращения, т. е. у полюсов, один из которых обогащается гравитонами.

Сигнал и время

Но мы уже знаем, что в том случае, когда второе отверстие закрыто, мы получаем совершенно другой результат.

А. Эйнштейн

§ 5.1. Дифракция двумя отверстиями

Результаты, которые получены в результате прохождения луча света через отверстие, убеждают нас в том, что свет взаимодействует с окружающей средой (эфиром). Эксперимент был бы ещё чище, если бы проводился в вакууме, но это не суть важно.

Дифракция света двумя отверстиями, расположенными рядом, породила множество вопросов, на которые в рамках существующих воззрений не существует ответа. Дифракционная картина, состоящая из упорядоченных параллельных чередующихся черных и белых полос, ещё как-то поддавалась объяснению, хотя оно не было особо убедительным. Основные странности начались при изучении дифракции электронов.

«Вероятность, что электрон окажется в некоторой точке, равна квадрату волновой амплитуды в этой точке. Например, для электрона, движущегося в притягивающем поле сил, вероятнее всего обнаружить его вблизи центра. Если электрон расположен на втором уровне, вероятность нахождения его вблизи центра мала (волновая амплитуда проходит через нуль), но возрастает по обеим сторонам, отступая от центра, и т. д.

Тот факт, что вероятности входят в основные законы и не происходят от недостатка нашего знания деталей, иллюстрируется, например, рассмотрением простого случая интерференции, показанного на рис. 5.1.

Пучок электронов падает слева на экран S, способный задерживать электроны, но в котором имеются две щели — S_1 и S_2 . Сзади эк-

рана снова находится фотопластинка P , на которой мы опять наблюдаем дифракционную картину, обусловленную интерференцией волн, прошедших через обе щели. Рассмотрим, в частности, на пластинке точку P_1 , в которой расположен дифракционный минимум, т. е. в которой нет электронов. Если бы можно было использовать «классическую» механику, то следовало бы полагать, что электрон, прежде чем попасть на пластинку, должен был пройти либо через щель S_1 , либо через S_2 . Закрыв, скажем, S_1 , мы остановили бы электроны, которые должны были пройти через нее, но это никак не сказалось бы на электронах, проходящих через S_2 . Предположим поэтому, что мы повторяем наш эксперимент сначала с закрытой S_1 и открытой S_2 , а затем с тем же самым электронным пучком и для такого же отрезка времени с открытой S_1 и закрытой S_2 . По обычным представлениям механики мы должны были бы получить тот же самый результат, как если бы проделали все это однажды, но с S_1 и S_2 открытыми одновременно. В действительности же результаты получаются разные. Если открыта только одна щель, безразлично какая, электроны смогут достичь точки P_1 : в каждом отдельном эксперименте на фотографической пластинке появляется почернение в P_1 . Ответ всегда оказывается тем же самым: мы не можем решить, через какую щель проходит электрон без того, чтобы не нарушить его движение и тем самым не разрушить дифракционную картину на фотографической пластинке.

Подводя итоги, можно сказать, что при получении дифракционной картины существенно, чтобы электрон не подвергался воздействиям, а без этого мы не можем определить, через какую именно из двух щелей он проходит.

Ответ на вопрос, через какую щель прошел электрон, не может поэтому быть получен посредством какого-либо реального физического наблюдения.

Освоиться с аргументами такого рода, конечно, нелегко, поскольку они очень далеки от всего того, к чему мы привыкли, имея дело с движением предметов больших размеров; предметов, которые мы можем видеть или ощущать непосредственно. Наблюдая за игрой в теннис, мы можем видеть, как теннисный мяч описывает при полете дугу в воздухе. При стрельбе из винтовки по мишени мы, конечно, не можем видеть пули, но, тем не менее, мы привыкли представлять себе

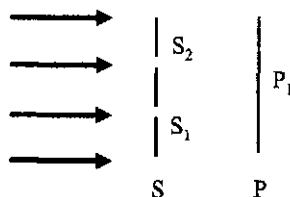


Рис. 5.1. Интерференция (дифракция) от двух отверстий

ее движущейся по аналогичной дуге (только менее искривленной и гораздо быстрее); так как высокоскоростная фотокамера или другой прибор может подтвердить это, мы убеждаемся в справедливости перенесения наших представлений с видимого теннисного мяча на невидимую в полете пулю. Отсюда возникает тенденция обобщить их на все объекты, хотя это и означает применение данных нашего опыта к движениям в масштабах, во много миллионов раз меньших, и к объектам с массой в 10^{27} раз меньшей, чем масса пули. Не следует удивляться, если столь далеко за пределами нашего практического опыта мы встречаемся в ряде случаев с новой ситуацией» [1].

Далее следует неинтересное и совсем неубедительное рассуждение о принципе неопределенности. Но чуть раньше Пайерлис говорит:

«Утверждение, что общая вероятность электрону попасть в R_1 через две открытые щели есть нуль, представляет собой один из основных фактов, свойственных исключительно новой ситуации» [2].

Этот же эксперимент, только мысленный, приводит И. С. Савельев:

«Своеобразие свойств микрочастиц отчетливее всего обнаруживается в следующем мысленном эксперименте. Направим на преграду с двумя узкими щелями параллельный пучок монохроматических (т. е. обладающих одинаковой кинетической энергией) электронов (рис. 5.2а). За преградой поставим фотопластинку Фп. Вначале закроем вторую щель и произведем экспонирование в течение времени t . Почернение на обработанной фотопластинке будет характеризоваться кривой 1 на рис. 5.2б. Вторую фотопластинку подвергнем экспозиции в течение того же времени t , закрыв первую щель. Характер почернения передается в этом случае кривой 2 на том же рисунке. Наконец, откроем обе щели и подвергнем экспонированию в течение времени t третью пластинку.

Картина почернения, получающаяся в последнем случае, изображена на рис. 5.2в. Эта картина отнюдь не эквивалентна наложению первых двух картин. Она оказывается аналогичной картине, получающейся при интерференции двух когерентных световых волн. Характер картины свидетельствует о том, что на движение каждого электрона оказывают влияние оба отверстия. Такой вывод несовместим с представлением о траекториях. Если бы электрон в каждый момент времени находился в определенной точке пространства и двигался по траектории, он проходил бы через определенное отверстие — первое или второе. Явление же дифракции доказывает, что в прохождении каждого электрона участвуют оба отверстия — и первое, и второе» [3].

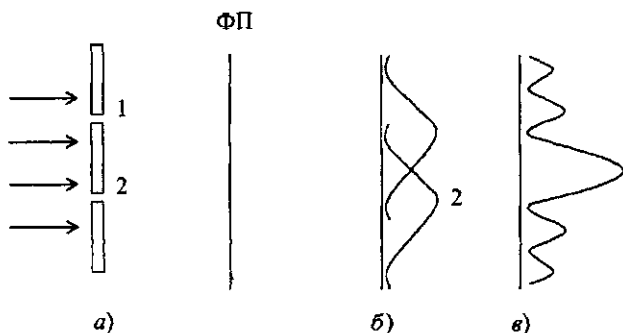


Рис. 5.2. Дифракция электронного пучка на двух щелях.

Схема мысленного эксперимента (а), кривые почернения, получающиеся при поочередном открывании щелей (б), кривая почернения, получающаяся при одновременно открытых щелях (в)

Ход его рассуждений, в полном соответствии с классикой волновой теории, вполне справедлив, но полностью противоречит эксперименту в изложении Р. Пайерлса.

Эта же проблема не давалась Р. Фейнману:

«Но остается нерешенным вопрос, а как же так получается? Каким образом все так выходит? К сожалению, этого никто не знает. Никто не сможет дать вам более глубокого объяснения явления, чем то, которое я вам только что дал, а ведь я всего лишь описал его вам. Можно лишь расширить объяснение, приведя больше примеров, показывающих, что действительно невозможно, не разрушая интерференционной картины, узнать, через какое отверстие пролетел электрон. Можно рассказать про более широкий круг экспериментов, а не только об одном опыте с двумя отверстиями и интерференцией двух картинок. Но это значило бы лишь повторять одно и то же снова и снова, пытаясь заставить вас поверить в реальность рассказываемого. Такие объяснения ничуть не глубже, они лишь шире. Конечно, можно уточнить математические выкладки, можно сказать, что здесь нужно пользоваться комплексными, а не вещественными числами, отметить одну или две другие второстепенные детали, не имеющие прямого отношения к основной идее. Но настоящая загадка заключается в том, о чем я вам только что рассказывал, и сегодня никто не знает, как здесь можно копнуть глубже» [4].

Подводим итоги наблюдаемой картины:

1. Теория и эксперимент полностью противоречат друг другу.
2. Неопределенность Гейзенберга неприемлема для объяснения явления.

3. Длина волны электрона слишком мала, чтобы мы могли привлечь концепцию «траектории».
4. Невозможно объяснить «синхронное» движение электронов из двух отверстий или «память» траектории, когда на повторное попадание электронов в одно и то же место наложено «табу».
5. Эффект вообще не имеет никакого объяснения.

В попытке найти какую-то трактовку эксперименту мы вынуждены выдвигать новые и, разумеется, нестандартные гипотезы, ибо в рамках существующих знаний объяснения явления нет.

Получается любопытная картина:

Экран влияет на передатчик

И это явление следует непосредственно из эксперимента. Можно, конечно же, выдвинуть гипотезу о фиксированности траектории движения электронов и т. п. Но можно проще. Электрическое отталкивание между двумя электронами намного превосходит силу, возникающую от скорости их движения, тогда вокруг точки Р должна образовываться некая защитная полусфера, в которой электронов никогда не будет.

При условии, конечно, что

$$r_p \ll r_{э.эк.},$$

где r_p — радиус отталкивания; $r_{э.эк.}$ — расстояние между электронами на Jordanовой дуге.

Два цуга электронов проходят через щель и падают на экран. По отдельности они засвечивают пластинку. Вместе — нет. И никакими усилиями невозможно было заставить меня принять размышления Пайерлса.

Мозг услужливо подsunул другую аналогию. Допустим, я стою не стрельбище или в тире. Справа и слева от меня по классному стрелку, у которых винтовки с оптическим прицелом. На расстоянии 10 метров мишень размером с футбольный мяч. Стрелки поочередно ведут огонь по мишеням. И, конечно, у них стопроцентная поражаемость. Но вот я меняю правила стрельбы. Теперь стрелки стреляют в цели в унисон. И что же? Мишень становится заколдованной. Показаний нет вообще. В рамках волновой теории нет объяснений происходящему. И очень просто найти его, используя идею корпускул. Электроны имеют одинаковый заряд. Они отталкиваются, они стремятся сохранить себя, свою самобытность. Они отталкиваются, расходятся как два магнита, два корабля. Они меняют траектории. Пластина не должна засвечиваться.

Идея дробного корпускулярного спирального движения становилась еще более зримой и выпуклой и помогала в полной мере использовать

принцип неопределенностей к объекту, не обязательно находящемуся на орбите, а где-то около геодезической линии, т. е. их местоположение в пространстве менялось спонтанно, самопроизвольно.

В случае волн пластинка непременно должна была засвечиваться. А в ряде случаев пятно должно было быть очень ярким из-за синергетического эффекта. Только в том случае, если электрон существует в виде отдельных частиц, подверженных из-за одноименности заряда эффекту отталкивания, пластинка никогда не будет засвечена. В подобном рассуждении таится только один изъян. Все, о чем говорится, было бы прекрасно, если бы электроны из обоих отверстий вылетали синхронно. А что будет в том случае, если существует некое запаздывание, т. е. фазы их достижения пластинки чуть смещены во времени. Тогда пластинка должна хотя бы иногда засвечиваться, а этого не происходило. И тут мне вспомнился один замечательный эффект, о котором писал Я. И. Перельман. Трактровка Я. И. Перельмана отчасти объясняет ситуацию. Речь идет об эффекте Клеман—Дезорма.

Итак, если предположить наличие эфира, он должен проявлять себя в точности как некий газ. То есть если частицы попадут в некий виртуальный круг, в котором начинается проявление волн эфира, то электроны или фотоны, или другие частицы начнут сближаться, как корабли. Мы будем наблюдать явление, тождественное эффекту Клеман—Дезорма⁷³, назовем его по аналогии «эфирным парадоксом». Эфирный парадокс явление значительно более сложное, чем «азростатический парадокс». Он состоит из двух фаз, на первой стадии наблюдается эффект, который теперь мы можем считать классическим. Частицы, попавшие в радиус эфирного парадокса, начинают сближаться. Причем наличие подобного радиуса нивелирует возможное некое фазовое несоответствие движения частиц. Все, что попадает в радиус эфирного парадокса, начинает сближаться, и фазы упорядочиваются. Но это только первая стадия. На втором этапе вступает в силу эффект отталкивания одноименно заряженных частиц. И они занимают позиции на расстоянии, которое им позволит заряд, если мы говорим об электронах, или псевдозаряд, когда речь идет об электромагнитном излучении, например, о фотонах.

Именно соблюдение дистанции между зарядами и псевдозарядами создает четкую картину дифракции и интерференции, которая, кстати, не подвержена или мало подвержена влиянию штрихов дифракционной решетки и вовсе не зависит или почти не зависит от частоты колебаний или длины волны. Кстати, этот эффект вообще не находит объяснения в рамках волновой теории.

Создание векторного поля вокруг пуга электронов выглядит вполне закономерным. И для соблюдения баланса сил притяжения и отталкивания

⁷³ Эфирный парадокс может объяснить суперпозицию квантов в пространстве, но не во времени.

электроны в этом пути должны находиться на одинаковом расстоянии друг от друга, напоминая в сечении структуру пчелиных сот. То есть электромагнитное поле, созданное потоком электронов, носит упорядоченную, векторную структуру. Но это упорядочение возможно только в том случае, когда на источник электронов подается управляющий сигнал, отражающий конфигурацию электромагнитного поля.

Поскольку скорость электронного пучка много меньше скорости света, то псевдосигнал, которым является само поле, распространяется для стороннего наблюдателя со скоростью света. Этот сигнал вполне может отражать и наличие перегородки между двумя отверстиями, т. е. искажение или разрыв в поле.

Однако конечный результат должен быть один — поле запрещает наличие двух электронов в одном месте в одно время. То есть пятно на экране всегда должно быть темным.

Мы создали довольно правдоподобную и удобоваримую версию, но только для электрона — частицы, движущейся со скоростью, много меньшей, чем скорость света. Но высказывание А. Эйнштейна вновь заставляет нас задуматься:

«Возьмем два маленьких отверстия. Однородный свет, проходя через оба отверстия, образует на экране светлые и темные полосы. Как следует понимать этот эффект с точки зрения квантовой теории света? Мы могли бы рассуждать так: фотон проходит сквозь какое-либо одно из отверстий. Если фотон однородного света представляет собой элементарную световую частицу, мы едва ли можем представить себе, как он может разделиться и пройти сквозь оба отверстия. Но в таком случае эффект должен бы быть совершенно таким же, как и в первом случае: светлые и темные кольца, а не светлые и темные полосы»⁷⁴. Почему же наличие второго отверстия совершенно изменяет эффект? Очевидно, отверстие, сквозь которое фотон не проходит, даже если оно находится на большом расстоянии от другого, изменяет кольца и полосы. Если фотон ведет себя подобно корпускуле в классической физике, он должен пройти только через одно из двух отверстий. Но в этом случае явления дифракции кажутся совершенно непонятными» [5].

Нам приходится искать новую аналогию, чтобы объяснить влияние двух отверстий на явления дифракции. Представим себе движущийся железнодорожный состав, тепловоз которого натывается на препятствие. Сигнал об ударе очень быстро передается последнему вагону. Причем проводящей средой, в которой распространяется сигнал, является сам со-

⁷⁴ На вопрос А. Эйнштейна легко ответить. При спиральном движении должны появляться именно кольца, а не полосы.

став. Мысленно удлиним состав и представим себе депо, которое непрерывно подсоединяет к нашему составу новые вагоны. Через некоторое время депо получит сигнал. Начнется затор. У депо остается два выхода: либо приостановить выпуск вагонов, либо направить их по параллельному или иному пути. Усложним задачу. Представим себе, что из депо синхронно выходят два вагона, движущиеся по соседним путям (рис. 5.3).

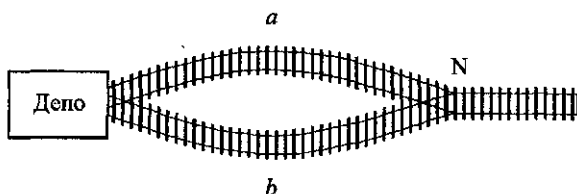


Рис. 5.3. Иллюстрация движения составов

Если пути *a* и *b* имеют одинаковую длину, то в точке *N* составы столкнутся. Предположим, что передние вагоны остановились и перегородили пути. Депо получает сигнал о столкновении, но оно располагает гипотетической бригадой ремонтников, которые в доли секунды восстанавливают пути. Но теперь уже депо располагает всей необходимой информацией, и оно синхронизирует движение составов. Делает его прерывистым. Только так составы не будут сталкиваться. Заметим, что среда, в которой происходит движение, не имеет принципиального значения. Сигнал передается по цепи вагонов. Нет цепи — нет сигнала. Гравитационное поле слишком разрежено и не принимает участия в передаче сигнала. Оно трехмерно, ибо имеет три координаты, но невозможно говорить, какое пространство заполняет гравитационное поле, и только при наличии возмущающих колебаний можно утверждать, что это риманово пространство.

Возмущающий поток электромагнитного поля (световой луч) является переносчиком электромагнитной энергии, а следовательно, и информации. Но аналогия между полем, генерируемым потоком электронов, и потоком фотонов заставляет нас преодолеть еще один барьер. Скорость электронов в сравнении со скоростью света мала, и поэтому без особого труда можно представить себе, что сигнал распространяется в электромагнитном поле в направлении, противоположном движению электронов со световой скоростью. Здесь все ясно. Но в том случае, когда поле создается электромагнитным излучением, воздействие на источник возможно только тогда, когда для стороннего наблюдателя скорость сигнала превысит световую. Конечно, это только гипотеза, но она вполне правомерна.

Данная гипотеза должна привести нас к мысли о возмущениях в световом потоке, которые мы можем с известными допущениями назвать турбулентными.

«При переходе к турбулентному течению резко возрастают силы внутреннего трения — силы вязкости. По этому поводу еще в 1897 г. Лоренцем была высказана плодотворная идея, заключающаяся в том, что в турбулентном движении внутреннее трение — турбулентная вязкость — обуславливается переносом сквозь слои движущейся жидкости импульсов перемешивающихся конечных объемов среды, тогда как в ламинарном течении происходит обмен импульсами элементарных (микроскопических) частиц» [6].

Какая чудесная аналогия! В обычных условиях фотоны создают векторное световое поле, а при его возмущении сигнал (импульс) уже передается локальными объемами этого поля. И следует совершенно неожиданный вывод — в световом поле возможна передача продольных импульсов. И уж совершенно фантастическая гипотеза — импульсы могут перемещаться в направлении, противоположном движению светового луча. Конечно, это странно. Но в собственной системе отсчета (в световом луче) скорость наблюдателя всегда равна нулю.

Мы привели результаты двух экспериментов, которым в рамках нашего сегодняшнего знания нет объяснения. С той или иной степенью достоверности можно утверждать, что элементарный квант (фотон или электрон) ведут себя как изолированные элементарные частицы, поведение которых в луче подчиняется принципам самоупорядочения (синхронность и синфазность). Но вопрос о том, каким образом частица (или квант), уже покинувшая излучатель, оказывает влияние на место в пространстве следующей точечной частицы, остается открытым.

§ 5.2. Гравитон и поле

Относительно простой и хорошо разработанный мир А. Эйнштейна, возможно, и не дает ясного ответа на то, что является носителем геометрии, однако в полной мере удовлетворяет системам уравнений в тензорной форме. Соответственно, варианты этого мира могут быть различны, однако основу его составляет все та же геометрия. Отдельному кванту в ней просто нет места. Как нет места некоторым новым идеям экстрасенсорики, различного вида предсказаниям и т. п. Существование струнного, протяженного во времени гравитона меняет сложившиеся представления.

Вновь генерированный гравитон, по крайней мере в первоначальный промежуток времени, представляет собой очерченную в пространстве

субстанцию. Вначале это тончайший жгут. Попадая в гравитационное поле (или будучи генерированным в нем), гравитон может выступать в двух ипостасях. Либо он бесконечное время сохраняет свою индивидуальность, либо постепенно растворяется в поле, становясь частью геометрии. Первое, на взгляд автора, маловероятно. Гравитоны обязаны взаимодействовать с полем, однако характер этого взаимодействия может иметь множество сценариев. Вновь генерированный гравитон или цуг гравитонов по аналогии с фотонами должны иметь векторный характер. Гравитационное поле скалярно, хотя и состоит из множества векторов.

Предположим, что световой (лазерный) луч перемещается в космосе. Гравитационное поле в отсутствие находящихся рядом точечных источников гравитации ничтожно мало, и поле, состоящее из эфира или гибрида неизвестной физической природы, является пассивным «растворителем» гравитона.

Очевидно, что индивидуальный гравитон или цуг гравитонов представляют собой долгоживущую струну или мировую линию, которая в принципе может передавать какую-то информацию, хотя бы по той причине, что она служит конформным отображением фотона. А представим себе, что этот фотон низкочастотного излучения (радиоволна). У нас просто нет предположений, помимо свидетельств о предсказаниях, что гравитоны способны нести или переносить информацию, однако то, что генерированная радио- или другая волна связана гравитационным жгутом с источником излучения в предложенной теории является почти сложившимся фактом.

Представим себе, что гравитон попадает в мощнейшее гравитационное поле (например, черной дыры). По некоторым данным, доля темной материи во Вселенной составляет 80 % всей массы. Гравитационное поле должно мгновенно, за считанные доли секунды трансформироваться или «растворить» гравитационный квант в себе, подобно тому как океан поглощает попавшую в него каплю.

Мы рассмотрели два крайних случая взаимоотношения гравитона и поля. Существование гравитонов в планетарных условиях, например на Земле, представляет собой промежуточный вариант, при котором гравитон или цуг гравитонов локально возмущают относительно слабое гравитационное поле Земли. Это возмущение (гравитационный жгут) в зависимости от мощности либо других неизвестных нам условий может существовать относительно долго (возможно, годами и даже столетиями). В этой гипотезе мощное направленное генерирование высокоэнергетических гравитонов сближает их в шкале электромагнитных волн с низкочастотным фотоном (сверхдлинной радиоволной). Возможно, что в той или иной степени гравитационный жгут подлежит модуляции, и в таком случае он становится переносчиком информации от прошлого к будущему и наоборот. Если

эта гипотеза и покажется кому-то странной, то уж во всяком случае, нельзя отрицать того, что, занимая в пространстве определенное положение, гравитационный жгут отталкивает от себя фотон. Поэтому каждый последующий фотон, генерированный одним и тем же источником, стремится занять в пространстве свободный путь или часть поля, свободного от гравитона. Как следствие фотоны, и тем более гравитоны, не будут попадать в один и тот же участок мишени.

Здесь следует конкретизировать понятие — линия гравитона или струна гравитона или сам гравитон. В излагаемой концепции гравитон не является виртуальным понятием. Он реален.

Однако реальность гравитона — вещь относительная во времени. Рано или поздно он должен стать частью гравитационного поля подобно тому, как океан поглощает каплю воды. Вместе с тем гравитон, генерированный несколько лет назад, месяцев, дней или минут, существует в пространстве. И при условии, что он чем-то подобен сверхдлинной радиоволне, может быть модулирован, а следовательно, передавать информацию. Естественно, что информация может транслироваться в любую сторону гравитона, а следовательно, сигнал может перемещаться как в прошлое, так и в будущее.

К настоящему моменту нет ни одной другой подходящей гипотезы (кроме мистических), которые могли бы внести хоть какое-то понимание в трансляцию сигнала в прошлое или будущее. Гигантская протяженность гравитона, о которой мы писали ранее, может одновременно выступать в двух ипостасях:

- Занимая в пространстве определенное место, гравитон отказывает в возможности фотону или частице, движущейся с досветовой скоростью, занять в пространстве то же место. Квант энергии перемещается вдоль силовых линий, как по направляющим, что создает впечатление синфазности. Если между квантами существует (а он обязан существовать) временной и пространственный интервал, то кванты перемещаются и синхронно. Здесь уместна аналогия с любой жидкостью, молекулы которой занимают упорядоченное пространственное положение друг относительно друга.
- Внутри гравитона или гравитационного шнура нет иной среды, кроме самого гравитона (эфир или иная эфироподобная среда вытеснена из этого пространства). В силу этих факторов возмущение внутри гравитона, либо его модуляция может осуществляться с любой скоростью, и теоретически эта скорость может быть сколь угодно больше скорости света.
- Отдельный гравитон может существовать в пространстве конечное время. Это означает, что любой всплеск излучения (это может быть и

изменение внутреннего эмоционального состояния человека, сопровождаемого возрастанием ауры), приводит к рождению локального гравитационного возмущения и установлению гравитационного канала во времени. Вопрос о времени существования этого канала остается открытым, хотя понятно, что он зависит от характеристик возмущающего воздействия. Рано или поздно этот канал должен быть поглощен окружающим гравитационным полем. Поэтому передача сигналов максимальна в момент зарождения излучения (ментальное воздействие).

- Сам факт существования «фантома» кванта, (гравитона) и его более длительная (на много порядков) жизнь позволяет ответить на вопрос не только одновременной упорядоченности двух квантов (фотонов или электронов), но и их «фантомной» или временной конфигурации в пространстве, когда они перемещаются, не сталкиваясь с отдельными гравитонами, еще не поглощенными полем.

Послесловие

Основные идеи книги просты и сводятся к следующему:

1. Пространство или физический вакуум в сущности есть гравитационное поле, или фоновое излучение, или эфир. В любой формулировке — это есть среда, препятствующая сопротивлению перемещения кванта.

Световой луч, перемещающийся в пространстве (излучение), является процессом преодоления кванта или суперпозиции квантов (электромагнитного или светового поля) сопротивляющейся среды.

Следствием этого преодоления является вращательно-поступательный характер движения кванта (винтовая линия). В основе столь сложного движения лежит «желание» кванта минимизировать сопротивление среды. Минимизация сопротивления достигается вращением кванта (его качение в псевдоцилиндре, по винтовой линии). Поскольку минимизация сопротивления движению достигается единственно возможным методом, скорость света в пространстве есть величина постоянная.

2. Сечение винтовой линии возвращает нас к первым теориям колебательного движения. Шаг винтовой линии — есть длина волны, а скорость вращения кванта или время отклонения от оси цилиндра и есть его частота. В предложенной модели появляется и третий параметр — диаметр цилиндра или амплитуда (радиус цилиндров), которая наряду с частотой и псевдодлиной волны является переменной величиной, характеризующей энергетическую насыщенность кванта. Эти величины в отличие от скорости света переменны.

Сила, вызывающая вращение кванта, обуславливается двумя мировыми константами — скоростью света и гравитационной постоянной.

3. По мере своего перемещения в пространстве кванты теряют свою энергию, трансформируясь из высокоэнергетических сгустков энергии в низкоэнергетические. Конечной стадией трансформации квантов являются гравитоны, венчающие собой один из концов шкалы электромагнитных волн. По мере трансформации квантов конфигурация их изменяется и они из быстро вращающегося сгустка энергии трансформируются в струну, очень медленно вращающуюся (или почти не вращающуюся) вокруг оси винтовой линии.

Наложение внешних воздействий, например, изменение гравитационного потенциала, или «старение» кванта меняет три его характеристики, не затрагивая скорость света.

4. Эйнштейновская специальная теория относительности базируется на сопоставлении движения тел в независимых адекватных системах координат. При этом, в соответствии с известными формулами, параметры (такие как длина, масса и время) подвижной и неподвижной систем различны. Легко можно построить другую систему взаимоотношений подвижной и неподвижной систем координат, при которой сохраняется основной принцип СТО о сложении скоростей, а координаты меняются. То есть подвижная система координат не в состоянии сохранить свои параметры по отношению к неподвижной. При таком подходе парадокса близнецов не существует.

5. Мир Ньютона и метрика, или мир А. Эйнштейна, по существу отличаются между собой тем, что в модели Ньютона гравитация (или гравитационный потенциал) направлена к телу, обладающему массой. В мире Эйнштейна материя, находящаяся в виде энергии, адекватна массе в плане генерирования гравитационного потенциала. Таким образом, гравитационное поле, обладающее энергией, создает трехмерный потенциал, способствующий собственному сжатию во всех направлениях, но особенно к центру масс. Мир А. Эйнштейна всегда меньше мира Ньютона.

6. Рациональность Творца или природы делает ненужным существование гипотетических, никак не обнаруживаемых экспериментально частиц — носителей магнетизма. Ими вполне могут быть гравитоны. Сепарация и вращение гравитонов должны приводить и приводят к существованию магнитного поля.

После прочтения книги читателя могут посетить другие идеи, возможно, более интересные.

Литература

Введение

1. Уиттекер Э. История теории эфира и электричества. М.; Ижевск: R & C, 2001. С. 143.
2. Там же. С. 143, 144.
3. Там же. С. 144.
4. Там же. С. 144.
5. Там же. С. 145.
6. Там же. С. 152.
7. Ацюковский В. А. Общая эфиродинамика. М.: Энергоатомиздат, 2003. С. 412.
8. Федосин С. Г. Физика и философия подобия от преонов до метagalactic. Пермь: Стиль-МГ, 1999. 544 с.
9. Федосин С. Г. Современные проблемы физики. В поисках новых принципов. М.: УРСС, 2002. С. 69.

Глава I. Заметки о волновой оптике

1. Эйнштейн А. Собрание научных трудов. М.: Наука, 1965–1967. Т. 2. С. 139.
2. Там же. Т. 1. С. 518, 519.
3. Пилат Б. В. Эссе о свете. М.: Когелет, 2001. 143 с.
4. Эйнштейн А. Собрание научных трудов. Т. 4. С. 532.
5. Зоммерфельд А. Пути познания в физике. М.: Наука, 1973. С. 49–50.
6. Кошкин Н. И., Ширкевич М. Г. Справочник по элементарной физике. М.: Госфизматизат, 1962. С. 186.
7. Ландсберг Г. С. Оптика. М.: Наука, 1976. С. 360–361.
8. Эйнштейн А. Собрание научных трудов. Т. 4. С. 523.
9. Ацюковский В. А. Общая эфиродинамика. С. 440.
10. Эйнштейн А. Собрание научных трудов. Т. 3. С. 181.
11. Там же. С. 194, 195.
12. Холдер Д., Норт Р. Теневые методы в аэродинамике. М.: Мир, 1966. С. 33.
13. Ацюковский В. А. Общая эфиродинамика. С. 438, 439.
14. Эйнштейн А. Собрание научных трудов. С. 432.
15. Пайерлс Р. Е. Законы природы. М.: Физматиздат, 1958. С. 87–88.
16. Сонин А. С. Кентавры природы. М.: Атомиздат, 1980. С. 147–149.
17. Ландсберг Г. С. Оптика. С. 383.
18. Сонин А. С. Кентавры природы. С. 150, 151.
19. Ландсберг Г. С. Оптика. С. 394, 395.

20. Физический словарь. Под ред. П. Н. Беликова. М.: ГОНТИ НКТП СССР, 1939. Т. 5. С. 545.
21. Эйнштейн А. Собрание научных трудов. Т. 2. С. 443.
22. Там же. 1967. Т. 4. С. 510, 511.
23. Там же. Т. 1. С. 688, 689.
24. Там же. Т. 4. С. 482.
25. Стратт Дж. В. (лорд Рэлей). Волновая теория света. М.: УРСС, 2004. С. 174.
26. Феофанов В. А., Пилат Б. В. Физические начала Мироздания. Алматы, 2004. С. 155.
27. Там же. С. 142, 143.
28. Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике. М.: Мир, 1966. Т. 6. С. 303. 3-е изд. М.: УРСС, 2004.

Глава II. Квант и пространство

1. Эйнштейн А. Собрание научных трудов. Т. 1. С. 559.
2. Там же. С. 592.
3. Там же. С. 97.
4. Пилат Б. В. Эссе о свете.
5. Хилькевич С. С. Физика вокруг нас. М.: Наука, 1985. С. 62, 63.
6. Пилат Б. В. Эссе о свете.
7. Эйнштейн А. Собрание научных трудов. Т. 2. С. 48.
8. Манида С. Физика. Решение задач повышенной сложности. СПб.: Изд-во С.-Петербургского университета, 2004. С. 395–398.
9. Там же. С. 81–83.
10. Выгодский М. Я. Справочник по высшей математике. М.: Физматгиздат, 1963. С. 509–531.
11. Гинзбург В. Л. Современная астрофизика. М.: Наука, 1970. С. 47.
12. Там же. С. 94.
13. Ацюковский В. А. Общая эфиродинамика. С. 427.
14. Там же. С. 427.
15. Там же. С. 428.
16. Феофанов В. А., Пилат Б. В. Физические начала Мироздания. 224 с.
17. Там же. С. 78, 153.
18. Там же. С. 157.
19. Эйзенберг Д., Кауцман В. Структура и свойства воды. Л.: Гидрометеиздат, 1975. С. 44.
20. Там же. С. 24.
21. Ландау Л. Д., Лившиц Е. М. Теория поля. М.: Наука, 1973. Т. 2. С. 12.
22. Там же. С. 442.
23. Пилат Б. В. Эссе о свете.
24. Там же.
25. Феофанов В. А., Пилат Б. В. Структура Мироздания. М.: Когелет, 2002. 127 с.
26. Феофанов В. А., Пилат Б. В. Физические начала Мироздания.
27. Эйнштейн А. Собрание научных трудов. Т. 2. С. 48.
28. Там же. С. 76.

29. Феофанов В. А., Пилат Б. В. Физические начала Мироздания. С. 19.
30. Там же. С. 156.
31. Ацюковский В. А. Общая эфиродинамика. С. 414, 415.
32. Вейнберг С. Гравитация и космология. М.: Мир, 1975. С. 650, 651.
33. Клишин И. А. Релятивистская астрономия. М.: Наука, 1983. С. 126, 127.
34. Бриллюэн Л. Новый взгляд на теорию относительности. М.: Мир, 1972. С. 111.
35. Там же. С. 112, 113.
36. Эйнштейн А. Собрание научных трудов. Т. 4. С. 72, 73.
37. Гинзбург В. Л. Современная астрофизика. С. 75, 76.
38. Хенон М. Возраст небесных тел // Время и современная физика. М.: 1970. С. 87–94.
39. Черепашук А. М., Чернин А. Д. Вселенная, жизнь, черные дыры. Фрязино: Век 2, 2003. С. 215.
40. Там же. С. 254.
41. Гинзбург В. Л. Современная астрофизика. С. 76.
42. Феофанов В. А., Пилат Б. В. Физические начала Мироздания. С. 146.
43. Ацюковский В. А. Общая эфиродинамика. С. 432, 433.
44. Феофанов В. А., Пилат Б. В. Триумф и драма Альберта Эйнштейна. М.: Когелет, 2001. 245 с.
45. Феофанов В. А., Пилат Б. В. Структура Мироздания.
46. Феофанов В. А., Пилат Б. В. Физические начала Мироздания.
47. Мандель Л., Вольф Э. Оптическая когерентность и квантовая оптика. М.: Физматлит, 2000. С. 615.
48. Рейхенбах Г. Философия пространства и времени. М.: УРСС, 2003. С. 254, 255.
49. Клишин И. А. Релятивистская астрономия. С. 126, 127.
50. Вейнберг С. Гравитация и космология. С. 444.
51. www.quazars.narod.ru/ru/1.html.

Глава III. Пространство-время

1. Визгин В. П. Единые теории поля в первой трети XX века. М.: Наука, 1985. С. 27. 2-е изд. под назв. Единые теории поля в квантово-релятивистской революции. М.: КомКнига/URSS, 2006.
2. Гольгаммер Д. А. Новые идеи в современной физике // Физическое обозрение, 1971. Т. 12. С. 1–35.
3. Ацюковский В. А. Общая эфиродинамика. С. 451.
4. Эйнштейн А. Собрание научных трудов. Т. 1. С. 63.
5. Там же. С. 671.
6. Там же. Т. 2. С. 127.
7. Там же. Т. 1. С. 689.
8. Там же. С. 633.
9. Там же. С. 689.
10. Там же. С. 688.
11. Там же. С. 688.
12. Там же. С. 688.
13. Там же. С. 687, 688.
14. Там же. Т. 2. С. 158.

15. Там же. С. 160.
16. Там же. Т. 4. С. 751.
17. *Феофанов В. А., Пилат Б. В.* Триумф и драма Альберта Эйнштейна. С. 142, 143.
18. *Пилат Б. В.* Эссе о свете.
19. *Пайс А.* Научная деятельность и жизнь А. Эйнштейна. М.: Наука, 1989. С. 448.
20. *Эйнштейн А.* Собрание научных трудов. Т. 1. С. 518.
21. Там же. Т. 4. С. 235.
22. Там же. Т. 1. С. 482.
23. *Феофанов В. А., Пилат Б. В.* Физические начала Мироздания. С. 16.
24. *Ацюковский В. А.* Общая эфиродинамика. С. 174, 175.
25. Там же. С. 127.
26. *Гинзбург В. Л.* Современная астрофизика. С. 12.
27. *Вайнштейн Л. А.* Электромагнитные волны. М.: Радио и связь, 1988. С. 103.
28. Там же. С. 172.
29. *Уиттикер Э.* История теории эфира и электричества. С. 273.
30. Там же. С. 303.
31. *Вайнштейн Л. А.* Электромагнитные волны. С. 135, 136.
32. *Пайс А.* Научная деятельность и жизнь А. Эйнштейна. С. 269.
33. Там же. С. 271.
34. Там же. С. 252.
35. Там же. С. 127.
36. *Визгин В. П.* Единые теории поля в первой трети XX века. С. 47.
37. *Мандель Л., Вольф Э.* Оптическая когерентность и квантовая оптика. М.: Физматгиз, 2000. 615 с.
38. *Ацюковский В. А.* Общая эфиродинамика. С. 127–131.
39. *Эткинс П.* Молекулы. М.: Мир, 1991. С. 180.
40. *Эйнштейн А.* Собрание научных трудов. Т. 1. С. 423.
41. Там же. С. 518.
42. Там же. С. 522.
43. Там же. Т. 2. С. 68.
44. Там же. Т. 1. С. 523.
45. *Феофанов В. А., Пилат Б. В.* Физические начала Мироздания. С. 157.
46. *Яворский Б. М., Детлаф А. А.* Справочник по физике. М.: Наука; Физматлит, 1996. С. 450.
47. *Шмутцер Э.* Основные принципы классической механики и классической теории поля. Череповец: Меркурий-ПРЕСС, 2000. С. 19.
48. Там же. С. 20.
49. Там же. С. 20.
50. *Эйнштейн А.* Собрание научных трудов. Т. 1. С. 106.
51. Там же. С. 225.
52. Там же. С. 296.
53. Там же. С. 310.
54. Там же. С. 308.
55. Там же. С. 277, 278.
56. Там же. С. 283.

57. Там же. С. 170–172.
58. Там же. С. 173, 174.
59. Там же. С. 189.
60. Там же. С. 189.
61. Там же. С. 219–221.
62. Там же. С. 220.
63. Там же. С. 268.
64. Там же. С. 275.
65. Там же. С. 271.
66. Там же. С. 294, 295.
67. Там же. С. 311.
68. Там же. С. 309.
69. Там же. С. 309.
70. *Паули В.* Теория относительности. М.: Наука, 1983. С. 203.
71. *Эйнштейн А.* Собрание научных трудов. Т. 1. С. 423.
72. *Вейнберг С.* Гравитация и космология. С. 191.
73. *Пайс А.* Научная деятельность и жизнь А. Эйнштейна. С. 192.
74. *Эйнштейн А.* Собрание научных трудов. С. 172–174.
75. Там же. С. 595, 596.
76. Там же. С. 442.
77. Там же. С. 595.
78. Физический словарь. Т. 5. С. 748.
79. *Пайс А.* Научная деятельность и жизнь А. Эйнштейна. С. 193.
80. *Вейнберг С.* Гравитация и космология. С. 95.
81. *Феофанов В. А., Пилат Б. В.* Физические начала Мироздания. С. 14, 27.
82. *Паули В.* Теория относительности. С. 66.
83. *Вейнберг С.* Гравитация и космология. С. 225.
84. Там же. С. 376.
85. Там же. С. 492.
86. *Эйнштейн А.* Собрание научных трудов. Т. 1. С. 114.
87. *Вебер Дж.* Общая теория относительности и гравитационные волны. М.: Изд-во иностранной литературы, 1962. С. 95, 96.
88. *Вейнберг С.* Гравитация и космология. С. 206.
89. *Эйнштейн А.* Собрание научных трудов. Т. 1. С. 201.
90. Там же. С. 221.
91. *Гарднер М.* Теория относительности для миллионов. М.: Атомиздат, 1965. С. 94.
92. Там же. С. 71.
93. *Пайс А.* Научная деятельность и жизнь А. Эйнштейна. С. 226.
94. *Гарднер М.* Теория относительности для миллионов. С. 132.
95. Там же. С. 135.
96. *Паули В.* Теория относительности. С. 17.
97. Там же. С. 201.
98. Там же. С. 202.
99. Там же. С. 30, 31.
100. *Пайс А.* Научная деятельность и жизнь А. Эйнштейна. С. 139, 140.

101. Там же. С. 153, 154.
102. Там же. С. 156.
103. Физический словарь. Т. 1. С. 382.
104. *Пайс А.* Научная деятельность и жизнь А. Эйнштейна. С. 152.
105. Там же. С. 156.
106. Там же. С. 156, 157.
107. Там же. С. 156.
108. *Лорентц Г. А.* Теория электронов. М.: Гостехиздат, 1956. С. 458.
109. *Эйнштейн А.* Собрание научных трудов. Т. 1. С. 89–92.
110. Там же. С. 45.
111. *Лорентц Г. А.* Теория электронов. С. 318.
112. Там же. С. 458.
113. *Бом Д.* Специальная теория относительности. М.: Мир, 1967. С. 97, 98.
114. *Вейнберг С.* Гравитация и космология. С. 43.
115. Там же. С. 43.
116. *Эйнштейн А.* Собрание научных трудов. Т. 1. С. 18.
117. *Оппенгеймер Р.* Летящая трапеция. Три кризиса в физике. М.: Атомиздат, 1967. С. 30.
118. *Кузнеценко А. Н.* Теоретическая физика. Т. 3. Теория атомного ядра и элементарных частиц. Киев: К. Фада ЛТД, 2002. С. 64.
119. *Пайс А.* Научная деятельность и жизнь А. Эйнштейна. С. 448.
120. *Феофанов В. А., Пилат Б. В.* Физические начала Мироздания. С. 14.
121. *Вейнберг С.* Гравитация и космология. С. 196, 197.

Глава IV. Гравитоны

1. *Эйнштейн А.* Собрание научных трудов. Т. 2. С. 514–523.
2. *Коренев А. Г.* Тензорное исчисление. М.: Изд-во МФТИ, 2000. С. 227.
3. *Эйнштейн А.* Собрание научных трудов. Т. 2. С. 639.
4. *Феофанов В. А., Пилат Б. В.* Физические начала Мироздания. С. 128.
5. *Черепашук А. М., Чернин А. Д.* Вселенная, жизнь, черные дыры. С. 276.
6. *Петкевич В. В.* Основы механики сплошных сред. М.: УРСС, 2001. С. 288.
7. Там же. С. 280, 281.
8. *Эйнштейн А.* Собрание научных трудов. Т. 1. С. 127.
9. *Карцев В.* Приключения великих уравнений. М.: Знание, 1971. С. 308, 309.
10. *Эйнштейн А.* Собрание научных трудов. Т. 2. С. 159.

Глава V. Сигнал и время

1. *Пайерлс Р. Е.* Законы природы. С. 198, 199.
2. Там же. С. 199.
3. *Савельев И. С.* Курс физики. М.: Наука, 1989. Т. 3. С. 55.
4. *Фейнман Р.* Характер физических законов. М.: Мир, 1968. С. 159.
5. *Эйнштейн А.* Собрание научных трудов. Т. 3. С. 522, 523.
6. *Петкевич В. В.* Основы механики сплошных сред. С. 264.