

С. Н. Артеха

**КРИТИКА ОСНОВ
ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ**

Предлагаемая книга посвящена систематическому критическому анализу основ теории относительности. Основное внимание уделено новым логическим противоречиям критикуемой теории, поскольку наличие подобных противоречий сводит к нулю ценность любой теории. В книге подробно разбираются многие спорные и противоречивые моменты данной теории и следствий из нее; продемонстрирована логическая и физическая несостоятельность фундаментальных понятий специальной и общей теории относительности, таких как пространство, время, относительность одновременности и др.. Книга содержит критический анализ интерпретации экспериментов, имеющих отношение к возникновению и утверждению теории относительности. Также в книге подробно представлена критика динамических понятий теории относительности и показывается противоречивость и необоснованность казалось бы "работающего" раздела этой теории – релятивистской динамики.

Данная книга может оказаться интересной для студентов, аспирантов, преподавателей, научно-технических работников и всех, кто просто задумывается самостоятельно над фундаментальными проблемами физики.

Оглавление

Предисловие	5
1 Кинематика специальной теории относительности	11
1.1 Введение	11
1.2 Релятивистское время	14
1.3 Относительность одновременности	32
1.4 Преобразования Лоренца	37
1.5 Парадоксы сокращения расстояний	40
1.6 Релятивистский закон сложения скоростей	51
1.7 Добавочная критика кинематики СТО	61
1.8 Выводы к Главе 1	71
2 Основы общей теории относительности	73
2.1 Введение	73
2.2 Критика основ общей теории относительности	74
2.3 Критика релятивистской космологии	98
2.4 Выводы к Главе 2	103
3 Экспериментальные основы теории относительности	105
3.1 Введение	105
3.2 Критика релятивистской интерпретации ряда экспериментов	108
3.3 Выводы к Главе 3	132

4	Динамика специальной теории относительности	134
4.1	Введение	134
4.2	Динамические понятия СТО	136
4.3	Критика общепринятой интерпретации релятивистской динамики	151
4.4	Выводы к Главе 4	181
Приложения:		
А	Возможная частотная параметризация	182
В	О возможном механизме частотной зависимости	190
С	Замечания о некоторых гипотезах	196
	Заключение	201
	Литература	208
	Предметный указатель	220

Предисловие

*Моим родителям – добрым,
честным, мудрым и жизнерадостным людям,
посвящается эта книга*

Хотя достижения техники в прошедшем веке были весьма впечатляющими, следует признать, что достижения науки были гораздо скромнее (вопреки околонучной рекламе). Все эти достижения можно отнести скорее к усилиям экспериментаторов, инженеров и изобретателей, чем к ”прорывам” теоретической физики. Ценность ”объяснений post factum” общеизвестна. Кроме того, желательно реально оценить ”потери” от подобных ”прорывов” теоретиков. Самая главная ”потеря” прошлого века – это утрата единства и взаимосвязи всей физики, то есть единства научного мировоззрения и подхода к разным областям физики. Современная физика явно представляет собой ”лоскутное одеяло”, которым пытаются прикрыть необозримые ”кучи” разрозненных исследований и несвязанных фактов. Вопреки искусственно поддерживаемому мнению о том, что основой современной физики являются несколько хорошо проверенных фундаментальных теорий, слишком уж часто прослеживаются гипотезы ad hoc (для конкретного частного явления) и наукообразные корректировки расчетов в ”нужную сторону” – как у студентов, подглянувших в заранее известный ответ задачи. Предсказательная сила фундаментальных теорий в практических приложениях оказывается

близка к нулю (вопреки утверждениям "шоуменов от науки"). В первую очередь это относится к специальной теории относительности: все практически проверяемые "ее" результаты были получены либо до создания этой теории, либо без использования ее идей (часто ее противниками) и только потом усилием "собираателей" были "приписаны" к ее достижениям.

Казалось бы, теория относительности прочно интегрировалась в современную физику и не стоит "копаться" в ее фундаменте, а лучше достраивать "верхние этажи здания". На критике этой теории можно только "шишки набить" (вспомним о постановлении Президиума АН СССР, приравнявшего критику теории относительности к изобретению вечного двигателя). Солидные научные журналы готовы обсуждать как гипотезы, которые не могут быть проверены в ближайший миллиард лет, так и те гипотезы, которые никогда не смогут быть проверены. Однако, обсуждать принципиальные вопросы теории относительности берется далеко не каждый научный журнал. Казалось бы, ситуация должна быть противоположная. Поскольку основы этой теории преподают не только в ВУЗах, но и в школе, то при возникновении малейших сомнений все вопросы должны серьезно и подробно обсуждаться научной общественностью, чтобы "не испортить молодые души".

Однако, существует немногочисленная, но очень активная и очень высокопоставленная часть научной элиты, которая ведет себя странно закодированным образом. С самым серьезным покровительственным видом они могут обсуждать "желтых слонов с розовыми хвостиками" (сверхтяжелые частицы внутри Луны, оставшиеся обязательно после Большого Взрыва или что-то похожее), но при попытке обсудить теорию относительности они, как по команде из единого центра, действуют так активно, будто с них снимают нижнее белье и там может быть обнаружено какое-то "родимое пятно". Возможно, им просто "приказано срочно громить" и они все смешивают с грязью, часто даже не читая работ (слава Богу, автора пока минула сия чаша). А ведь любая, даже самая одиозная критика, может содержать какое-то рации-

ональное зерно, способное улучшить их же собственную теорию.

Теория относительности претендует на роль не просто теории (например, как один из методов расчета в приложении к теории электромагнетизма), а на роль первого принципа, даже "первоверховного" принципа, способного отменять любые другие проверенные принципы и понятия: пространства, времени, законы сохранения и т.д.. Следовательно теория относительности должна быть готова к более тщательным логическим и экспериментальным проверкам. Как будет показано в настоящей книге, логической проверке данная теория не выдерживает.

Теория относительности образно представляет пример так называемых невозможных конструкций (вынесенный на обложку данной книги невозможный куб и т.д.), когда каждый локальный элемент непротиворечив. Локальных математических ошибок рассматриваемая теория не содержит. Однако, как только мы скажем, что буква t означает реальное время, сразу можно продолжить конструкцию и обнаружится противоречие. Аналогичная ситуация с пространственными характеристиками и т.д..

Нас долго приучают к мысли, что можно жить с парадоксами, хотя первоначальные "парадоксы" теории довольно правдоподобно были сведены релятивистами просто к некоторым "странностям". На самом деле каждый нормальный человек понимает, что если в теории присутствует действительное логическое противоречие, то надо выбирать между логикой, на которой базируется вся наука, и этой частной теорией. Очевидно, что выбор не может быть сделан в пользу частной теории. Именно поэтому данная книга начинается с логических противоречий теории относительности и логическим вопросам здесь уделено основное внимание.

Любая физическая теория, описывающая реальное явление, может быть экспериментально проверена по типу "да-нет". Релятивисты также формально поддерживают подход: что экспериментально непроверяемо, то не существует. Поскольку теория относительности должна переходить к классической физике при малых скоростях (например, для кинематики), а классический

результат однозначен (не зависит от системы наблюдения), то часто релятивисты стремятся доказать отсутствие противоречий своей теории путем сведения парадоксов к единственному результату, совпадающему с классическим результатом. Тем самым это является признанием экспериментальной необнаружимости кинематических эффектов теории относительности, а значит их реального отсутствия (то есть первоначальной точки зрения Лоренца о вспомогательном характере введенных релятивистских величин). Многие спорные моменты релятивисты пытаются "объяснить" совершенно по-разному: каждому позволено додумать самому несуществующие детали "платья голого короля". Этот факт тоже является косвенным признаком неоднозначности теории. Релятивисты пытаются увеличить значимость своей теории, согласовывая с ней как можно больше теорий, в том числе из совсем нерелятивистских областей. Искусственность подобной глобалистской "паутины" взаимосвязей очевидна.

Кроме релятивистов теорию относительности защищают (как поле деятельности) математики, забывая, что у физики – свои законы. Во-первых, подтверждаемость некоторых конечных выводов не доказывает истинность теории (также как из верности теоремы Ферма вовсе не следует правильность всех "доказательств", представленных за 350 лет, или из наблюдаемого движения звезд и планет не следует существование хрустальных сфер). Во-вторых, даже в математике существуют дополнительные условия, трудно выразимые в формулах, которые усложняют поиск решений (например, условие: найти решения в натуральных числах). В физике подобный факт выражается, например, понятием "физический смысл величин". В-третьих, если математика может исследовать любые объекты (как реально существующие, так и нереальные), то физика занимается только поиском взаимосвязей между реально измеримыми физическими величинами. Конечно, можно реальную физическую величину разложить в комбинацию некоторых функций или подставить в некоторую сложную функцию и "сочинять" смысл этих комбинаций. Но это не более, чем школьные математические упражне-

ния на подстановки, не имеющие к физике никакого отношения независимо от степени сложности.

Оставим на совести ”шоуменов от науки” их желание обманывать или быть обманутыми (в личных интересах) и попытаемся беспристрастно проанализировать некоторые сомнительные моменты теории относительности.

Заметим, что в течение времени существования теории относительности неоднократно появлялись статьи с парадоксами, критикой релятивистских экспериментов, делались попытки скорректировать эту теорию, возродить теорию эфира. Однако, критика носила, как правило, частный характер, затрагивая лишь отдельные аспекты этой теории. Только в конце прошлого века существенно увеличился поток критики и ее качество (названия статей и книг, приведенные в конце данной книги в списке литературы, говорят сами за себя).

Надо признаться, что в отличие от критики, существует профессиональная фундаментальная апологетика теории относительности [3,17,19,25,29,30,32-34,36-40]. Поэтому основная цель, которую ставил перед собой автор, была следующая: дать последовательную систематическую критику теории относительности, опираясь именно на хорошую апологетику данной теории. Следуя общепринятой негласной традиции, основная часть данной книги прошла проверку в рецензируемых международных научных журналах (*GALILEAN ELECTRODYNAMICS, SPACETIME & SUBSTANCE*). В результате поставленная задача постепенно выполняется, начиная с работ [47-54], где подробно рассмотрены эксперименты, лежащие в основании теории относительности, базовые кинематические понятия специальной теории относительности и общей теории относительности, динамические понятия и следствия релятивистской динамики. Среди общего потока критических работ практически не встречались работы по релятивистской динамике. Этот факт явился одной из основных причин написания данной книги.

Настоящая книга является обобщением опубликованных работ с единых позиций. (Кроме того, тонкости логики всегда луч-

ше воспринимаются на своем родном языке.) Каждый сомнительный пункт теории относительности мы будем стараться, по возможности, обсудить независимо от других, чтобы как можно полнее увидеть всю "картину абсурда". Однако, в целях экономии объема, книга не содержит цитирований обсуждаемых моментов из учебников. Поэтому предполагается некоторое знакомство читателя с основами теории относительности. Кроме того, в книге часто обсуждаются не только общепринятые трактовки теории, но и возможные "релятивистские альтернативы". Это сделано на случай, если у кого-нибудь возникнет искушение сделать в сомнительных трактовках иной релятивистский выбор и подправить теорию относительности. "Монстр" давно мертв и оживлять его не стоит – таково мнение автора.

Выбор последовательной логики изложения далеко не прост: для любого вопроса возникает желание изложить в одном и том же месте книги сразу все сопутствующие нюансы, что просто невозможно выполнить. Автор надеется, что если у читателя хватит сил и терпения дочитать книгу до конца, то большинство экспромтных вопросов и сомнений будет последовательно закрыто. Структура книги следующая. В Главе 1 представлена критика релятивистских понятий времени, пространства и многих других аспектов релятивистской кинематики. Глава 2 посвящена критике основ общей теории относительности (ОТО) и релятивистской космологии. В Главе 3 даны замечания к экспериментальному обоснованию теории относительности. При этом мы не будем подробно рассматривать опыты, имеющие отношение только к электромагнетизму или различным частным гипотезам эфира (это сама по себе огромная тема), а проанализируем исключительно общие опыты, затрагивающие только самую суть релятивистской кинематики и динамики. Глава 4 содержит критику динамических понятий специальной теории относительности (СТО), результатов и интерпретаций релятивистской динамики. К каждой главе даны краткие выводы. В Приложениях рассматриваются частные гипотезы.

Глава 1

Кинематика специальной теории относительности

1.1 Введение

Обычно стандартные учебники по СТО начинаются с описания якобы существовавшего кризиса физики и экспериментов, предшествовавших возникновению и утверждению СТО. Однако, существует мнение [37], что создание СТО – это чисто теоретический ”прорыв”, не нуждавшийся в экспериментальном обосновании. Автор не согласен с подобным мнением, так как физика призвана в первую очередь объяснять реально существующий мир и находить взаимосвязи между наблюдаемыми (измеряемыми) физическими величинами. Тем не менее, мы начнем книгу не с анализа экспериментов, а с теоретического рассмотрения релятивистской кинематики. Дело в том, что одно и то же наблюдаемое явление могут пытаться совершенно по-разному интерпретировать несколько теорий (так всегда было и будет в физике). Однако, при обнаружении логических противоречий какой-нибудь теории от нее принято отказываться. В истории физики интерпретации многих явлений постоянно менялись. И не стоит думать, что в этих изменениях прошедший век был последним.

В почти рекламной поддержке теории относительности, в

учебниках общей и теоретической физики, в научно-популярной литературе выдвигается ряд тезисов: "о практической важности теории относительности", "о единственности и обоснованности всех математических выкладок и следствий из этой теории", "о простоте и элегантности формул", "о полной подтверждаемости теории экспериментами", "об отсутствии логических противоречий". Если оставить пока в стороне вопросы динамики частиц (они будут рассмотрены в Главе 4), а рассматривать только кинематические понятия, то нулевая "практическая значимость теории относительности" очевидна. Единственность и теоретическая обоснованность релятивистской кинематики также может быть подвергнута сомнению [57,64,101,110]. В [47-49,51] подробно проанализирован ряд логических парадоксов, касающихся базисных понятий времени, пространства, относительности одновременности и показана полная логическая необоснованность специальной теории относительности (СТО). Также там была показана совершенная экспериментальная необоснованность СТО (этим вопросам посвящена Глава 3 настоящей книги) и как некоторая демонстрация неединственности решения описана возможность частотной параметризации всех выкладок СТО (такая параметризация не была основной целью цитируемых работ; она будет представлена в Приложениях в качестве частной гипотезы).

В данной главе будет подробно представлена критика кинематических понятий СТО и обращено внимание на ряд "правдоподобных" ошибок из учебников. Все это заставляет вернуться к классическим понятиям пространства и времени, которые явно сформулировал еще Ньютон в своих *Математических началах натуральной философии*, блестяще обобщив работы предшественников (в первую очередь древних греков). Поскольку релятивисты, стремясь во что бы то ни стало разрушить прежние представления (придираясь, в основном, к слову "абсолютное") и любой ценой утвердить нечто "свое новое и великое", сами не смогли дать никаких определений понятиям времени, пространства и движения, а только манипулировали с упомянутыми сло-

вами, то стоит во введении дать хотя бы краткие комментарии по Ньютоновским классическим понятиям [27].

Ньютон, исходящий из практических потребностей естествознания, осознавал, что упомянутыми понятиями прекрасно "владеют и практически пользуются" любые живые существа, например, насекомые (неспособные по мнению людей к абстрактному мышлению). Следовательно, эти понятия относятся к основным, то есть неопределяемым через что-либо понятиям. Значит, можно дать только перечисление того, что будет подразумеваться под этими понятиями или использоваться на практике, и выделить ту абстракцию, которая будет подразумеваться в идеализированных математических выкладках. Поэтому Ньютон четко отделил абсолютное, истинное, математическое время или длительность (все это в данном случае просто синонимы!) от относительного, кажущегося или обыденного времени. Таким образом, время означает математическое сопоставление длительности исследуемого процесса с длительностью эталонного процесса. Возможность введения единого времени в классической физике напрямую не была связана с очевидной конечностью скорости передачи сигналов. Скорее получение единого времени связано с уверенностью в возможности пересчета времени с заданной практической точностью из местного (локального) времени. Совершенно аналогичным образом Ньютон отделил абсолютное пространство от относительного, выделил абсолютное и относительное место и разделил абсолютное и относительное движение. Многовековое развитие науки показывает, что классические представления кинематики (начавшиеся оформляться еще древними греками) не приводят ни к внутренним логическим противоречиям, ни к противоречиям с экспериментами.

Перейдем теперь к тому, что же "натворили" в этой области релятивисты и рассмотрим логические противоречия базисных понятий пространства и времени в СТО. Начнем с понятия времени.

1.2 Релятивистское время

Для начала заметим, как проще всего доказать ошибочность кинематических понятий теории относительности. Для результатов типа "да-нет" только одно из разных показаний двух наблюдателей могло бы быть верным. Следовательно, как минимум один из движущихся наблюдателей был бы неправ во взаимоисключающих мнениях. Однако, ситуацию всегда можно сделать симметричной относительно третьего, покоящегося наблюдателя. Тогда его показания будут совпадать с классическим (проверенным при $v = 0$) результатом и к этому результату должны были бы перейти показания и первого и второго наблюдателя. Однако, вследствие движения как первого, так и второго наблюдателя относительно третьего наблюдателя, показания всех трех наблюдателей будут различными. Вследствие симметричности ситуации неправыми оказываются как первый, так и второй наблюдатель, а верный результат (классический) описывается только третьим, покоящимся наблюдателем. Именно так показывалась противоречивость понятия времени (оно необратимо!) в модифицированном парадоксе близнецов [47,50] и противоречивость понятия "относительность одновременности" [49]. (Заметим, что диаграмма пространства-времени [32] не меняет физику даже обычного парадокса близнецов: все дополнительное старение землянина возникает внезапно (!) при перемене движения космонавта в дальней точке и только геометрически выражается как смена линий одновременности).

Подробный анализ теории относительности начнем с видеоизмененного парадокса близнецов.

Модифицированный парадокс близнецов

Пусть две колонии землян A и B находятся на большом расстоянии друг от друга (Рис. 1.1). Посредине находится маяк O . Он посылает сигнал, с приходом которого с каждой колонии стартует по одному космическому кораблю с близнецом. Законы ускорения (для достижения большой скорости) заранее выбираются

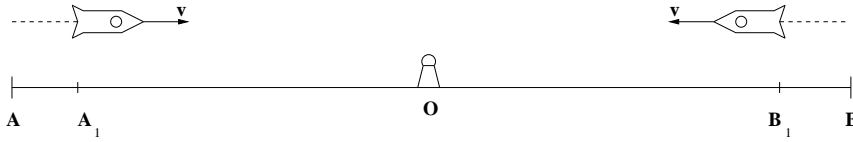


Рис. 1.1: Модифицированный парадокс близнецов.

одинаковыми. В момент пролета с большой относительной скоростью мимо друг друга (возле маяка) по мнению каждого космонавта другой должен быть более молодым. Но это невозможно, так как они в этот момент могут сфотографировать себя и на обратной стороне записать свой возраст (или даже обменяться фотографиями цифровым методом). Не будут же при последующем торможении одного из космонавтов на фотографии другого космонавта появляться морщины. Кроме того, заранее неизвестно, кто из космонавтов захочет двигаться с ускорением, чтобы развернуться и догнать другого.

Этот парадокс можно еще усилить, если сформулировать его как парадокс одногодок. (Ведь в СТО декларируется не перенос начала отсчета времени, например, как часовые пояса на Земле, а изменение длительности хода времени). Пусть теперь с каждой колонии стартует семья космонавтов и пусть сразу после прекращения всех ускоренных движений (ускорения заранее выбраны одинаковыми) на каждом корабле родилось по младенцу. Эти младенцы и выбираются для сравнения возрастов. Вся предыдущая история движения (до точек A_1 и B_1 соответственно) для них не существует. Факт рождения каждого младенца могут подтвердить наблюдатели в точках A_1 и B_1 . Младенцы отличаются тем, что все время двигались друг относительно друга с постоянной скоростью $2v$. До встречи они пролетят одинаковый путь $|OA_1| = |OB_1|$. Это чистый опыт именно для сравнения длительности промежутков времени и проверки СТО. Пусть, например, полет с постоянной скоростью продолжался 15 лет по часам, находящимся в первой ракете. Тогда с точки зрения СТО первый ребенок будет рассуждать так: все 15 лет моей жизни второй ре-

бенок двигался относительно меня с большой скоростью, значит его возраст должен быть меньше моего. Если же вдобавок он начнет отсчитывать возраст второго ребенка от момента прихода сигнала из точки B_1 , то будет считать, что должен увидеть при встрече возле маяка "младенца с соской". Точно также о первом ребенке будет думать второй ребенок. Однако, вследствие полной симметрии движения результат очевиден: возраст таких "космонавтов" будет одинаков (что и подтвердит наблюдатель на маяке).

Напомним объяснение классического парадокса близнецов (один - космонавт, другой - землянин). Считается, что эти два близнеца неравноправны, поскольку только один из них ускоряется (именно он и объявляется более молодым). Но ведь до ускорения по мнению каждого брата более молодым должен быть другой. Причем фактически, если один ускоряется, то другой стареет быстрее. (Не запретить ли космонавтам и спортсменам ускоряться, чтобы все вокруг меньше старели?) Разумеется, "объяснение" даже классического парадокса близнецов содержит противоречия. Во-первых, все можно делать симметрично; космонавты могут использовать фотографии до и после ускорений и даже осуществить обмен фотографиями в центре (не будут же лица на фотографии изменяться?!). Во вторых, "объяснение" не может быть и в ускорении. Обратимся опять к модифицированному парадоксу близнецов (Рис. 1.1): с одной и той же большой постоянной относительной скоростью можно лететь разное время, например, за счет разного первоначального расстояния $|AB|$, а ускорения использовать одинаковые. Например, выберем эти ускорения равными ускорению свободного падения на Земле. Тогда разгон до релятивистских скоростей занимает порядка года (а весь путь можно выбрать гораздо большим: 100 или 1000 световых лет). Очевидно, что за этот год ускоренного движения не произойдет ни ускоренного старения, ни ускоренного омоложения (особенно если "нечаянно" вспомнить из общей теории относительности об эквивалентности ускоренной системы и системы в поле тяжести: мы ведь теперь имеем условия, ана-

логичные самым обычным Земным условиям!). Получается, что одно и то же ускорение (по величине и времени своего действия на одинаковых отрезках $|AA_1|$ и $|BB_1|$) может вызвать разное старение для подгонки под формулы замедления времени СТО – в зависимости от времени предыдущего движения с постоянной относительной скоростью (100 или 1000 лет), то есть имеем отказ от причинности. Развивая эту мысль, можно постоянно менять знак ускорения ($\langle v \rangle = 0$) и будет произвольное дополнительное старение (тогда не имеют смысла формулы СТО для замедления времени с постоянной скоростью). В-третьих, ускорения и скорости могут быть различны у разных космонавтов в процессе их движения, но всегда можно организовать встречу в одной точке и по мнению каждого возраст одного и того же объекта будет различен, что нелепо.

Рассмотрим, например, видоизмененный парадокс "n близнецов" (Рис. 1.2). Пусть они отправляются в полет в разных направлениях из одного центра O так, что все углы разлета в любых парных сочетаниях различны (неправильный n -угольник). График скоростей и ускорений заранее определен одинаковым (ракеты всегда "находятся" на некоторой сфере с центром O). Вследствие векторного характера величин все относительные скорости и ускорения будут попарно различны. По мнению некоторого выбранного космонавта каждый другой должен состариться на разное время (и так с точки зрения каждого), что невозможно (опять до и после каждого одинакового ускорения каждый космонавт может себя сфотографировать).

Попытки "объяснения" различных вариантов классического парадокса близнецов с помощью искусственно выдуманных вспомогательных диаграмм выглядят наивно. Может кого-то и сможет заинтересовать – как при этом меняются или вращаются ромбики, параллелограммы, треугольники и другие чисто геометрические рисунки, но все эти рекомендации по псевдонаучному наукообразному спасению СТО напоминают горделивую ИНСТРУКЦИЮ "Как левой пяткой, обернув ногу дважды вокруг шеи, почесать правое ухо и вызвать при этом те же ощу-

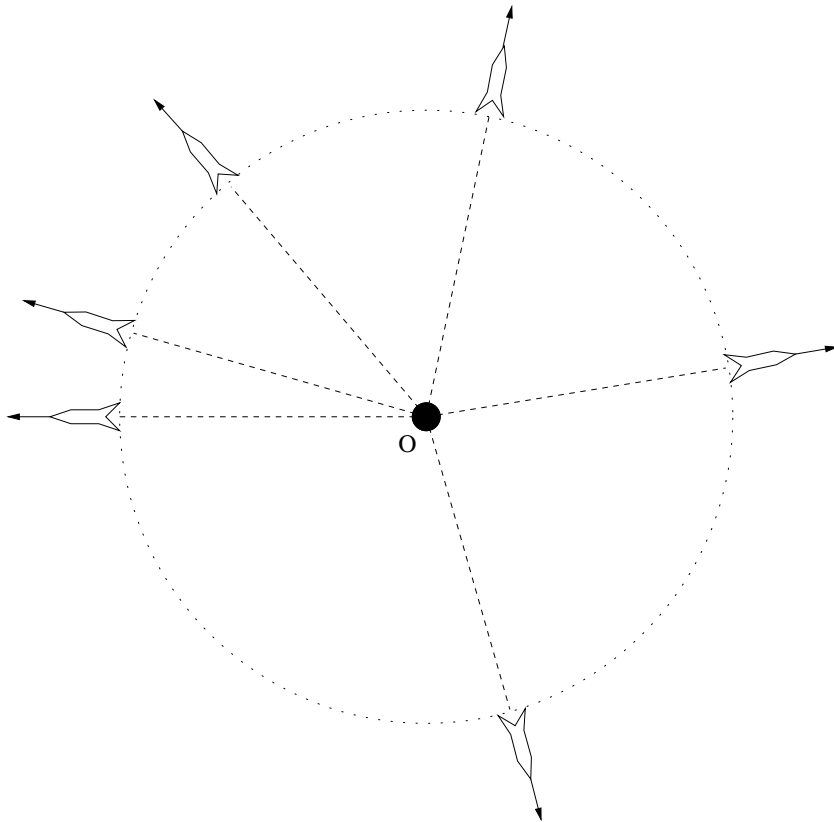


Рис. 1.2: Парадокс п близнецов.

щения (их надо только заранее выяснить), что и у нормального человека” (удовлетворяющего свою потребность более естественным образом). Но даже при таком ”состоянии дел” обращает на себя внимание следующий факт. В классической физике любой логически непротиворечивый путь приводит к одному и тому же объективному результату (каждый наблюдатель может представить себе рассуждения любого другого наблюдателя и даже воспользоваться ими). Иное дело в СТО: некоторые из совершенно однотипных рассуждений приходится произвольно постулировать неверными (то есть выбор пути подгонять под классические результаты). Замечательная теория получается: ”здесь читаем, здесь не читаем, здесь переворачиваем так, здесь выворачиваем эдак” и, как поется в песне, ”а в остальном, прекрасная маркиза, - все хорошо, все хорошо”. Состряпано хитроумно.

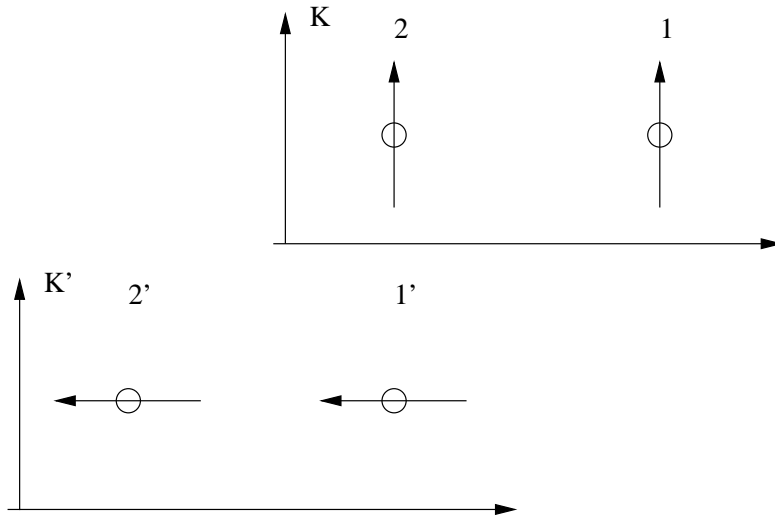
Парадокс времени

Перейдем теперь к парадоксу времени для движущихся систем. Часто для его ”разрешения” используют преобразования Лоренца: они позволяют сопоставить одному моменту времени t целый континуум времен t' . Заметим, что если мы сверяем промежутки времени, то процедура синхронизации начала отсчета времени неважна. Пусть имеем 2 пары часов $((1,2);(1',2'))$, которые одинаково пространственно разделены и синхронизованы попарно в своих системах K и K' (Рис. 1.3). Например, синхронизация может быть проведена бесконечно удаленным источником, находящемся на перпендикуляре к плоскости всех 4-х часов (более подробно это будет изложено далее в параграфе об установлении единого абсолютного времени). Тогда для любых промежутков имеем

$$\Delta t_1 = \Delta t_2, \quad \Delta t'_1 = \Delta t'_2 \quad (1.1)$$

Однако, по формулам преобразований Лоренца в момент совпадения часов с точки зрения двух наблюдателей (вблизи часов) в системе K имеем (Рис. 1.4):

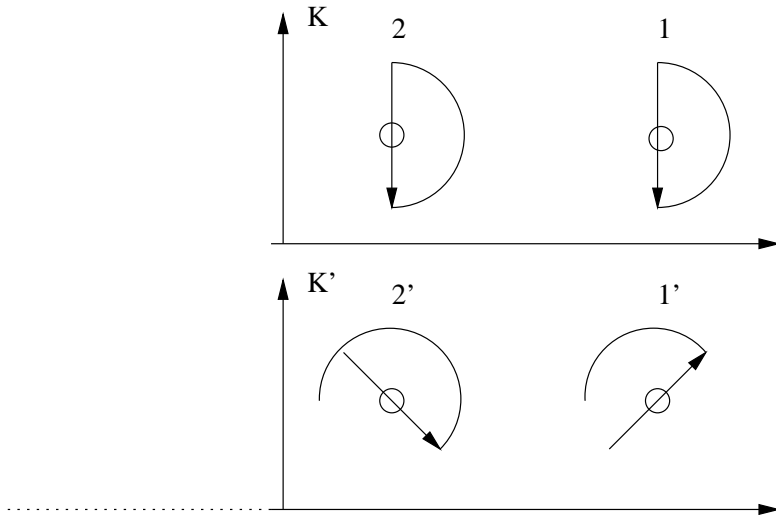
$$\Delta t'_1 < \Delta t_1, \quad \Delta t'_2 > \Delta t_2, \quad (1.2)$$

Рис. 1.3: Парадокс времени: момент $t = 0$.

то есть неравенство (1.2) противоречит равенству (1.1). Аналогичное противоречие с (1.1) получится, если записать неравенства с точки зрения двух наблюдателей (вблизи часов) в системе K' . Будут различными даже значения разности промежутков времени. Таким образом, эти четыре наблюдателя при последующей встрече в одной точке и обсуждении результатов не смогут договориться между собой. Где же объективность науки?

Парадокс антиподов

Ошибочность СТО очень просто доказывается всей жизнью человечества на планете Земля. Рассмотрим элементарное логическое противоречие СТО - парадокс антиподов. Два антипода на экваторе (например, один человек – в Бразилии, а другой – в Индонезии) отличаются тем, что за счет вращения Земли они движутся друг относительно друга в каждый момент времени с постоянной по модулю скоростью (Рис. 1.5). Следовательно,

Рис. 1.4: Парадокс времени: момент $t = t_1$.

несмотря на очевидную симметрию задачи, каждый из них должен постареть или помолодеть относительно другого. Мешает тяготение? Уберем его и поместим каждого из наших "космонавтов" в кабину. Время на такой "карусели" каждый сможет установить (как и на Земле) по направлению на неподвижную относительно центра карусели далекую звезду и по периоду собственного вращения карусели. Очевидно, течение времени будет одинаковым для обоих "космонавтов". Синхронизовать время можно расчетным методом, зная период обращения (это все не принципиальные, а технические вопросы). Увеличим линейную скорость $v \rightarrow c$ для усиления эффекта, например, чтобы по формулам СТО разница в ходе времени "набегала" 100 лет за один год. Мешает центробежная сила (ускорение)? Будем увеличивать радиус карусели R так, чтобы $v^2/R \rightarrow 0$ (например, чтобы даже за 100 лет интегральный эффект от такого ускорения был на много порядков меньше, чем существующая точность его измерения). Тогда ни один эксперимент не отличит движения

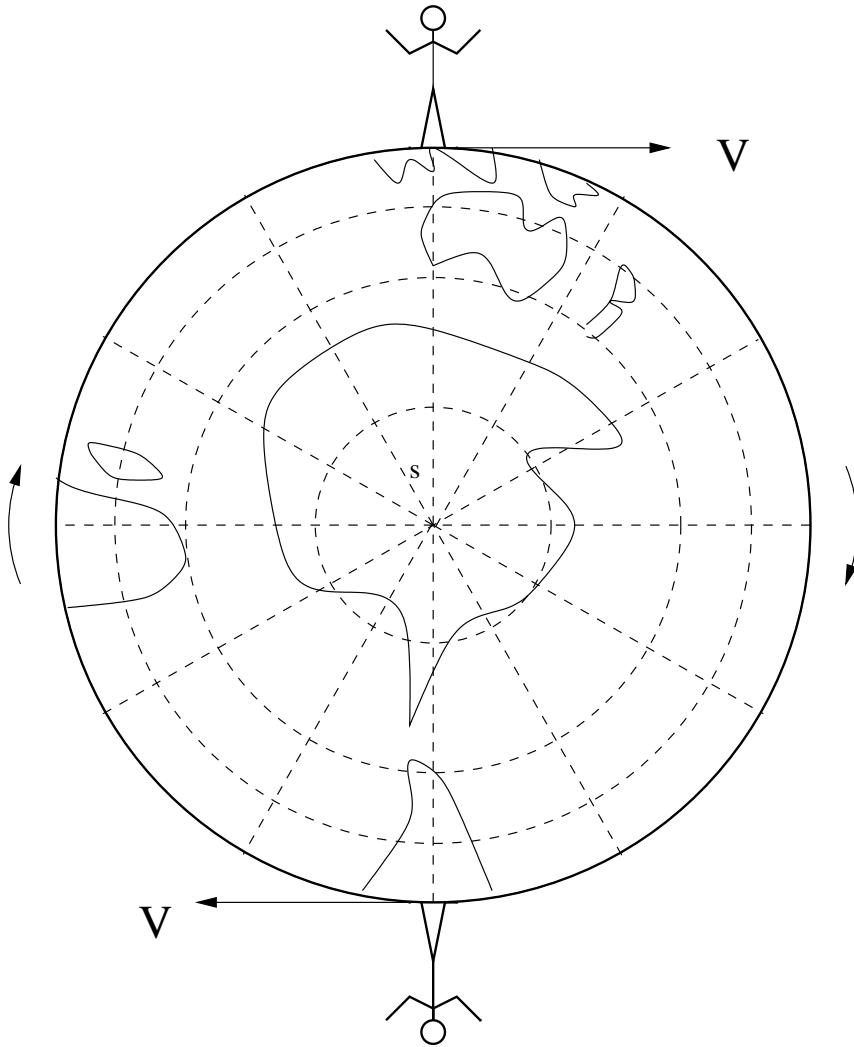


Рис. 1.5: Парадокс антиподов.

антиподов от прямолинейного, то есть неинерциальность системы не сможет быть обнаружена экспериментально за все время проведения опыта. А далее, если вы верите в относительность (либо согласно СТО, либо согласно Галилею – безразлично, поскольку мы сравниваем длительности), то движение одного из антиподов можно параллельно перенести поближе к другому антиподу и вовсе забыть про модель карусели. Очевидно, что для любых двух прямолинейных движений с одинаковыми по модулю, но противоположными по направлению скоростями, всегда можно проделать и обратную мысленную операцию: совершить параллельный перенос одной из траекторий на большое расстояние $R \rightarrow \infty$ и соединить движения некоторой "каруселью". Итак, через несколько лет "жив пациент или мертв"? И кто вам больше нравится, Бразилец или Индонезиец? Полная симметрия задачи и полный провал СТО. Заметим, вообще говоря, что единый характер времени отменяет принципиальность вопроса о его синхронизации: часы можно, например, носить с собой. Сомнения по поводу "почти" инерциальности движений будут обсуждены далее в Главе 3.

Поскольку мы сравниваем ход времени (а не начало отсчета времени), можно воспользоваться равенством хода времени для любых взаимно покоящихся объектов. Тогда модель карусели легко может быть обобщена на случай плоских движений двух объектов с произвольными скоростями как по величине так и по направлению. Это чисто геометрическая тривиальная задача (см. Рис. 1.6). Например, пусть мы имеем два объекта, которые совершают прямолинейные движения, изображенные на рис. 1.6 векторами скоростей \vec{AA}_1 и \vec{BB}_1 . Пусть эти скорости равны по модулю и по величине близки к скорости света $v \rightarrow c$. Выбираем в пространстве произвольную точку O и проводим окружность с центром в точке O и таким радиусом R , чтобы центробежное ускорение было меньше некоторой наперед заданной малой величины ε (например, существующей точности измерения ускорений): $v^2/R < \varepsilon$, то есть $R > v^2/\varepsilon$. Проводим прямую AA_2 перпендикулярную AA_1 . Через точку O проводим прямую

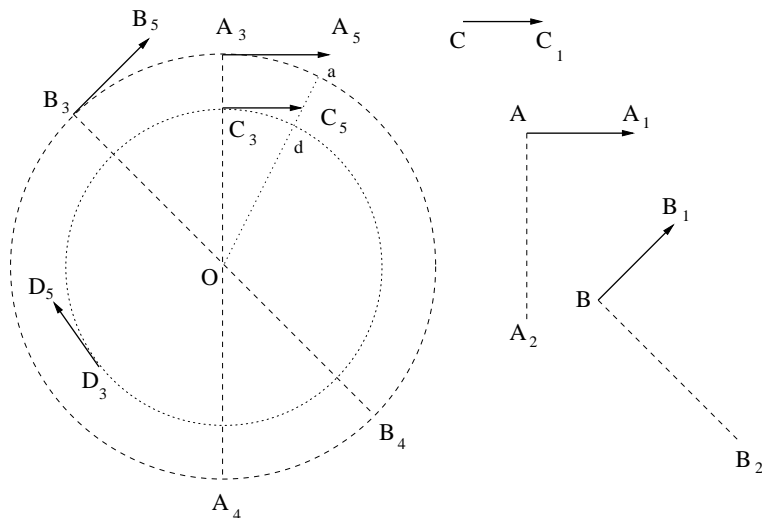


Рис. 1.6: Модель карусели для произвольных плоских движений.

A_3A_4 , параллельную прямой AA_2 . В точке пересечения нашей окружности и данной прямой проводим вектор $\overrightarrow{A_3A_5}$, равный по модулю $|\overrightarrow{AA_1}|$ и параллельный $\overrightarrow{AA_1}$. Фактически, мы просто совершили параллельный перенос движения $\overrightarrow{AA_1}$. Прделаем аналогичную процедуру с движением $\overrightarrow{BB_1}$, получим $\overrightarrow{B_3B_5}$. Теперь оба движения находятся на одной окружности и с существующей экспериментальной точностью не могут быть отличимы от инерциального движения. Вследствие очевидной симметрии задачи, время для таких движущихся объектов будет течь одинаково. Например, длительность времени может измеряться периодическими вспышками, приходящими из центра окружности O . Возьмем теперь прямолинейное движение, характеризующееся вектором скорости $\overrightarrow{CC_1}$, параллельным $\overrightarrow{AA_1}$, но с другим модулем. Совершим параллельный перенос движения и получим $\overrightarrow{C_3C_5}$ (при этом взят радиус окружности $|OC_3| = R|\overrightarrow{C_3C_5}|/|\overrightarrow{A_3A_5}|$). В этом случае мы видим, что два объекта (характеризующиеся скоростями $\overrightarrow{A_3A_5}$ и $\overrightarrow{C_3C_5}$) будут двигаться вдоль концентрических дуг

окружностей A_3a и C_3d , оставаясь друг от друга на одинаковом расстоянии вдоль радиусов окружностей. (На рис. 1.6 только для наглядности изображены большие дуги, то есть увеличены угловые меры; на самом деле, все дуги по угловой мере будут очень малы и неотличимы от прямолинейных участков). Очевидно, что для таких объектов время также будет течь одинаково. При этом мы можем продолжить окружность, проходящую через точку C_3 , и в любой новой точке провести вектор $\overrightarrow{D_3D_5}$, касательный к окружности и равный по модулю $|\overrightarrow{C_3C_5}|$. Опять объекты, движущиеся со скоростями $\overrightarrow{D_3D_5}$ и $\overrightarrow{C_3C_5}$, находятся на одной окружности и, вследствие симметрии задачи, время для них будет течь одинаковым образом. В итоге, на примере движений со скоростями $\overrightarrow{A_3A_5}$ и $\overrightarrow{D_3D_5}$ или $\overrightarrow{B_3B_5}$ и $\overrightarrow{C_3C_5}$, мы доказали, что время совершенно не зависит ни от величины, ни от направления скорости плоского движения объектов, а течет одинаковым образом. Переход к трехмерному движению для точечных объектов также совершается элементарно. Вначале один из векторов скорости переносится к началу второго вектора. Теперь через эти пересекающиеся прямые проводится плоскость, в которой уже можно выполнить все описанные ранее построения. Таким образом, время совершенно не зависит от взаимного движения инерциальных систем.

Единое абсолютное время

Понятие времени шире, чем размерный коэффициент пропорциональности в законах преобразования, и имеет гораздо большее отношение к локальной необратимости процессов. Во-первых, однозначная привязка времени к движению тела не учитывает внутренние процессы, которые могут быть неизотропны, протекать с разными "скоростями" и характеризовать локальную необратимость (каждая такая "скорость" по-разному складывается геометрически со скоростью тела как целого). Во-вторых, привязка времени только к скорости передачи электромагнитных взаимодействий не учитывает другие возможные взаимодей-

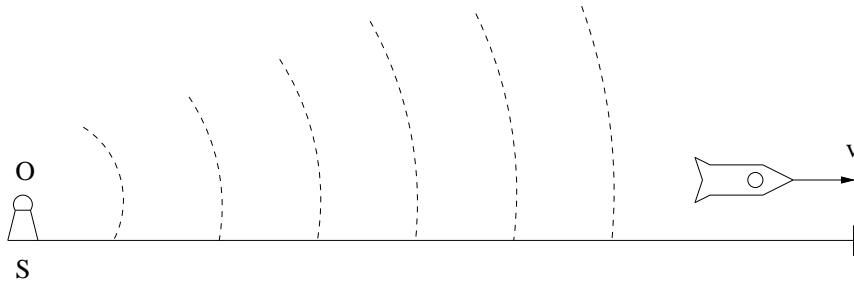


Рис. 1.7: Обмен сигналами собственного времени.

ствия (которые могут распространяться в вакууме) и фактически означает электромагнитную природу всех явлений (абсолютизация электромагнитных взаимодействий). О том, как можно ввести единое абсолютное время будет сказано ниже.

При введении понятия собственного времени (фактически субъективного времени) методически важным кажется следующий момент. Собственное время чужого объекта надо не вычислять (по нашим собственным правилам), а "спросить" у него самого. Тогда рассмотрим следующий эксперимент (Рис. 1.7). Пусть наблюдатель расположен в неподвижной системе S в точке O , где помещен маяк. Маяк сигнализирует каждую секунду и в итоге число вспышек N равно числу прошедших секунд в точке O . Пусть космонавт (движущаяся система S') стартует из точки O . Тогда, при удалении от точки O космонавт будет воспринимать вспышки реже (с меньшей частотой), чем до старта (фактически – замедление времени маяка). Однако, при последующем приближении к маяку вспышки, наоборот, будут более частыми, чем до старта (теперь – ускорение времени маяка). При $v < c$ очевидно, что космонавт не может обогнать ни одну вспышку и не может обойти ни одну из вспышек (сфер света). Таким образом, независимо от графика своего движения и траектории, при возвращении в точку O космонавт воспримет ровно N вспышек, то есть все вспышки, которые излучил маяк. Следовательно, каждый из этих двух наблюдателей подтвердит, что прошло N се-

кунд на маяке. Если космонавт на корабле также будет иметь маяк и сигнализировать о числе своих прошедших секунд, то относительно времени космонавта также не возникнет разногласий. Ситуация оказывается полностью симметричной (например, для парадокса близнецов). При встрече в одной точке все сферы света пересекут противоположных наблюдателей (число их не может ни добавиться, ни убавиться). Это число равно N - числу прошедших секунд для обоих наблюдателей.

Рассмотрим теперь вопрос об установлении единого абсолютного времени. (Естественно, если измерять время биениями своего сердца, то оно будет субъективным и зависеть от внутренних и внешних условий.) Попытка ввести собственное "электромагнитное время" и абсолютизировать его – это возврат в прошлое. Однако, даже тогда, несмотря на мизерную скорость передачи информации, люди могли синхронизовывать время, так как пользовались отдаленным источником сигналов (Солнце или звезды). Представим себе следующий мысленный эксперимент (Рис. 1.8). Удаленный источник S , находящийся на серединном перпендикуляре к отрезку AB , периодически посылает сигналы (с периодом T). В момент прихода сигнала в точку O два регистрирующих устройства (1 и 2) начинают двигаться зеркально симметрично (со скоростями \mathbf{v} и $-\mathbf{v}$), отражаясь от A и B с периодом $2T$. Скорость v может быть произвольной (за счет выбора расстояния $|AB|$). Несмотря на то, что в каждый момент времени устройства движутся друг относительно друга со скоростью $2v$ (кроме точек отражения), сигналы будут восприниматься одновременно в момент пролета точки O (там же можно поместить наблюдателя 3). Время, определенное таким образом будет единым (в точке O) для всех трех наблюдателей. Для того, чтобы сделать следующий шаг заметим, что для вывода формул преобразования СТО достаточно рассмотреть относительное движение вдоль одной прямой (так как рассматриваются инерциальные системы). За счет выбора большого расстояния $|SO|$ можно добиться, чтобы разница во времени между приходом сигнала в точку O и в точки A и B была меньше любой наперед задан-

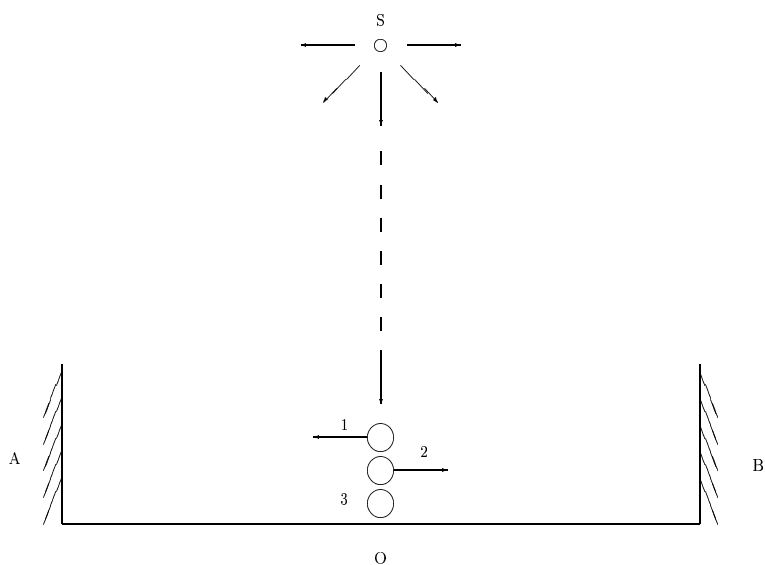


Рис. 1.8: Бесконечно удаленный источник для установления единого абсолютного времени.

ной величины. В результате с заданной точностью время будет одинаковым для всего выбранного отрезка AB независимо от скоростей движения наблюдателей 1 и 2. Таким образом, бесконечно удаленный источник сигналов, расположенный перпендикулярно к направлению относительного движения систем, может выполнять роль часов, определяющих единое абсолютное время (одинаковое – независимо от инерциальной системы отсчета). Вопрос об изменении наблюдаемого направления прихода сигнала будет изложен ниже (чтобы ни у кого не возникло искушения "притянуть за уши" аберрацию, якобы отражающую изменение направления фронта волны).

Дополнительные замечания

Следующее методическое замечание. Понятие времени становится ограниченным, если пользоваться методом Эйнштейна для его синхронизации. Во-первых, из двух независимых переменных – координат и времени – остается независимой лишь одна из переменных, в то время как другая связана с состоянием движения (субъективизм) и свойствами скорости света (почему, например, не звука или не со скоростью Земли и т.д.). Во-вторых, поскольку для определения скорости необходимо независимое определение координат и времени, то сама скорость света становится неопределяемой величиной (неизмеримой, постулируемой).

Для демонстрации замедления времени часто пользуются световыми часами [34] (Рис. 1.9). Однако, точно также можно рассмотреть периодически отражающуюся частицу (или лучше звуковую волну) со скоростью $u \ll c$ и получить произвольное замедление времени $\tau_0/\sqrt{1-v^2/u^2}$. Известно, что ортогональные компоненты скорости могут описываться независимо: горизонтальное движение со скоростью \mathbf{v} относительно прибора никак не скажется на вертикальных колебаниях частицы с прежней скоростью \mathbf{u} . Вопрос экспериментального обоснования постулата постоянства скорости света будет проанализирован в Главе 3.

Замедление времени в СТО является не более, чем кажущ-

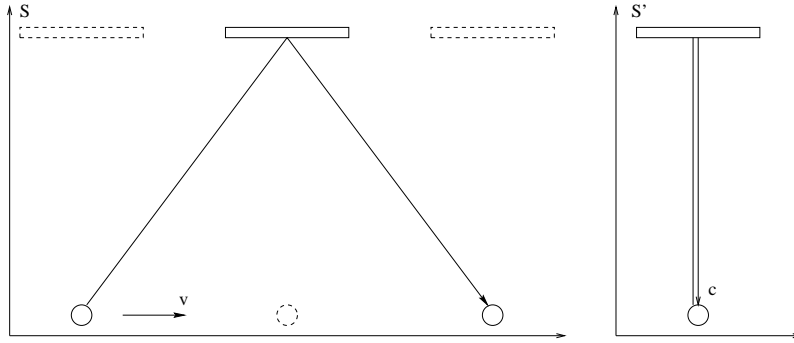


Рис. 1.9: Световые часы.

щимся эффектом. Напомним, что для звука длительность гудка трубы Δt также зависит от скорости приемника относительно источника (трубы), но отсюда никто не делает выводов о замедлении времени. Дело в том, что "решение" наблюдателя двигаться с той или иной скоростью никак причинно не связано с процессами излучения звука (да и с другими процессами в трубе). Пусть певец непрерывно поет песню в покоящейся атмосфере, а его брат-близнец будет двигаться от певца почти со скоростью звука v_s : $\alpha_1 \equiv v/v_s \approx 1$, а затем будет двигаться к певцу (с тем же отношением α_1). Хотя песня будет искажена, но никто еще не зафиксировал более быстрого старения певца. Пусть теперь мы этой же песней промодулируем свет вдогонку брату-близнецу, улетевшему на ракете почти со скоростью света, но с тем же числовым значением $\alpha_2 \equiv v/c = \alpha_1 \approx 1$. Теперь брат-близнец будет слушать эту же искаженную песню. Почему же ситуация должна измениться и брат-домосед должен постареть? А если некоторый живой организм будет характеризоваться определенной частотой излучения, отличающей его от мертвого организма, то неужели из-за вашего движения (из-за эффекта Доплера) сначала вы констатируете смерть организма, а затем его воскрешение? Или нужно постулировать изменение объективных характеристик объекта, не связанного с вами причинно?

Сделаем замечания по поводу метода синхронизации времени Эйнштейна. Транзитивность синхронизации времени методом Эйнштейна имеет место для тривиального случая трех взаимно покоящихся точек. Если же точки (не на одной прямой) принадлежат системам, движущимся друг относительно друга в разных направлениях (не параллельно), то процедура синхронизации может стать неопределенной: для какого момента времени считать часы синхронизованными? Для начала процедуры, ее окончания или промежуточного момента? Даже для точек на одной прямой метод Эйнштейна опирается на совершенно непроверенное в экспериментах положение о равенстве скорости света в одном и прямо противоположном направлениях. Фактически, синхронизация оказывается либо наполовину расчетной процедурой, либо многоитерационным процессом, так как синхронизация проводится только для двух выбранных точек. Этих недостатков лишен метод синхронизации с помощью удаленного источника на серединном перпендикуляре [47]. Он позволяет экспериментально (а не расчетно), без дополнительных гипотез синхронизовать время с заранее выбранной точностью сразу на всем данном отрезке (даже на плоском участке).

Перейдем теперь к единицам измерения времени. Разумеется, для изолированного явления в рамках некоторой математической модели любые привычные величины можно описывать в разных единицах измерения и в разных масштабах (как равномерных, так и неравномерных, например, в логарифмическом масштабе). В основном это определяется как удобством описания для данной модели, так и, в случае обобщения, возможностью использования тех же величин для других физических явлений и математических моделей (стыковка разных областей физики). Однако, сарказм Тейлора и Уиллера [32] о "священных единицах" совершенно неадекватен. Конечно, можно ввести переводной коэффициент для времени в метры. Но при этом он не обязан быть скоростью света, а, например, может быть скоростью пешехода. Обе названные скорости совершенно одинаково не имеют отношения к звуковым, тепловым явлениям, к гидродинамике и ко

многим другим областям физики. Можно вообще все величины выразить в метрах: массу, заряд и т.д.. Однако, все эти "разные метры"

- 1) не складываются,
- 2) не взаимозаменяемы,
- 3) появляются очень редко в некоторых совместных комбинациях, да и

4) для разных явлений одна и та же комбинация непригодна. (Например, интервал имеет отношение только к закону распространения света в пустоте). Можно все величины сделать безразмерными. Но в любом случае физика не станет математикой. Физика не изучает все иллюзорные комбинаторные "миры" уравнений, а только то относительно малое их количество, которое реализуется в природе (основные вопросы физики: какие взаимосвязи реализуются в природе, почему и каковы следствия из этого).

1.3 Относительность одновременности

После критики базисного понятия времени продолжим анализ логических основ этой теории и рассмотрим вспомогательное понятие "относительность одновременности". Напомним мысленный эксперимент из СТО. Пусть по железной дороге едет поезд $A'B'$ со скоростью v . В полотно железной дороги (C) напротив центра поезда C' (в момент совпадения точек $C = C'$) попадает молния. Тогда в системе, связанной с движущимся поездом, вспышка достигнет одновременно точек A' и B' , в то время как для неподвижного наблюдателя вспышка достигнет одновременно точек A и B (с серединой в точке C), но к этому моменту точки C и C' (середины отрезков) разойдутся на некоторое расстояние. Однако, и в классической физике возможна подобная ситуация, если информацию из точек A', B', A, B мы захотим передать в новую единую точку D (или, наоборот, из точки D в точки A', B', A, B) с некоторой конечной скоростью v_1 (при этом СТО и постоянство скорости света не будут играть никакой ро-

ли).

Можно предложить следующую механическую модель (Рис. 1.10). Пусть 4 материальные точки (без силы тяжести) падают со скоростью v_1 попарно над точкой C (рядом с полотном железной дороги) и над точкой C'' , куда подъедет центр поезда (C') к моменту падения. Пусть в точке C и в центре поезда установлены идеальные отражатели (равнобедренные треугольники с углом при основании $\alpha = \pi/4$). Тогда две частицы, отразившиеся над полотном железной дороги (в точке C), полетят в разные стороны со скоростью v_1 и одновременно достигнут точек A и B (в классике $|AB| = |A'B'|$). Для этого потребуется время $t = L/v_1$, где $2L$ - длина поезда. Две другие частицы, отразившиеся над центром поезда C' , будут двигаться относительно железной дороги со скоростями $v' = v_1 + (v/\tan \alpha) = v_1 + v$ вперед и $v'' = v_1 - v$ назад. За то же самое время t первая из этих частиц пройдет путь (вперед) $L' = v_1 t + vt$, а поскольку поезд пройдет путь vt , то частица достигнет точки A' . Аналогично, для второй частицы $L'' = v_1 t - vt$; следовательно, она достигнет точки B' . Таким образом, событие - падение точек на отражатели - будет одновременно зафиксировано во всех четырех точках: как в точках A и B (над железной дорогой), так и в точках A' и B' (над поездом).

Можно сказать, что это два разных события. Так ведь и в случае со вспышкой света (молнией) их тоже два. Действительно, пусть вспышка света происходит в момент совпадения центров O и O' систем S и S' , движущихся друг относительно друга со скоростью v . В некоторый момент времени $t > 0$ фронт света будет находиться на сфере Σ относительно центра O в системе S и на сфере Σ' с центром O' в системе S' (что кажется невозможным). Однако, ничего удивительного (противоречия с классической физикой) здесь нет, поскольку наблюдатель в системе S зафиксирует свет некоторой одной частоты ω , в то время как наблюдатель в системе S' зафиксирует тот же свет, но другой частоты ω' (вследствие эффекта Доплера). А это уже два идентифицируемо разных события: при встрече наблюдателя всегда

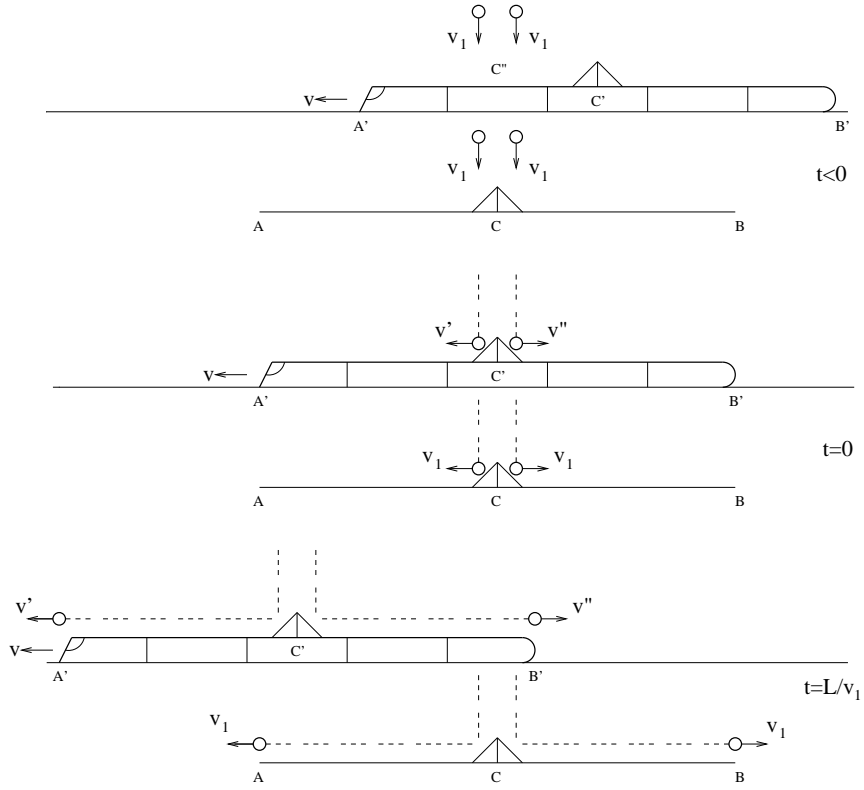


Рис. 1.10: Механическая модель относительности одновременности.

смогут сравнить результаты измерения ω и ω' !

Разберем теперь подробнее мысленный эксперимент, ”демонстрирующий” относительность одновременности: пусть вспышка света происходит в момент совпадения центров O и O' движущихся друг относительно друга систем S и S' в точке $O = O'$. Согласно СРТ за время $\Delta t = t_1 - t_{01}$ по часам системы S свет пройдет расстояние $c(t_1 - t_{01})$ от центра O . За такое же время $\Delta t = t_2 - t_{02}$ по часам системы S' тот же свет пройдет расстояние $c(t_2 - t_{02})$ от центра O' . Согласование начальных времен не влияет на разность времен Δt и может быть проведено как до эксперимента, так и после него любым методом. Например, можно использовать бесконечно удаленный периодический источник, расположенный перпендикулярно направлению движения. Можно заранее договориться о вспышках по часам системы S (например, периодически каждый миллион лет), а систему S' ”организовать” за мгновение до выбранной заранее вспышки (в разделе 2.7 будет рассмотрен связанный с этим парадокс нелокальности).

Вспомним, что основная положительная идея СТО состояла в конечности скорости передачи взаимодействий. Эту же идею выражает теория близкодействия и отражает полевой подход (через уравнения Максвелла): световой фронт от источника до приемника проходит последовательно все промежуточные точки пространства. Именно с этим свойством приходит в противоречие понятие относительности одновременности (Рис. 1.11). Пусть, например, первый наблюдатель в системе S' движется по направлению к источнику вспышки с малой скоростью $v \sim 10^4$ м/с. Поскольку расстояние до точки вспышки велико (миллион световых лет), то за миллион лет оба наблюдателя разойдутся на большое расстояние $\sim 2 \cdot 10^{17}$ м. По формулам СТО время прихода сигнала для каждого наблюдателя будет одинаковым. В какой точке пространства первый наблюдатель ”пропустил” световой фронт для второго наблюдателя? А если бы он весь миллион лет держал зеркало, а за 1 секунду до приема сигнала убрал его? По-мнению второго наблюдателя сигнал

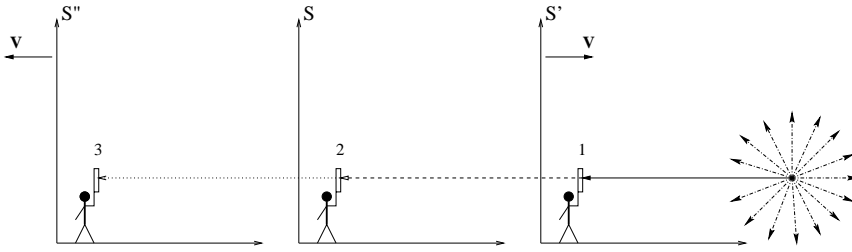


Рис. 1.11: Противоречия относительности одновременности.

отражен первым наблюдателем где-то впереди. А что отражал первый наблюдатель, если его приборы еще не реагировали на вспышку? Аналогично, третий наблюдатель может удаляться от второго с той же скоростью, но направленной от источника. Увидит ли третий наблюдатель свет, если второй будет держать зеркало миллион лет без одной секунды?

С одной стороны, поскольку в формулы СТО входит только квадрат скорости, то второй наблюдатель будет считать одинаковым время получения сигнала первым и третьим наблюдателем. Можно договориться об отправлении без задержек дополнительно своих сигналов при получении каждым наблюдателем исследуемого сигнала. Тогда, если расчеты второго наблюдателя верны, он должен одновременно получить сигналы от первого и третьего наблюдателей (задача симметрична). Однако, с другой стороны, согласно уравнениям Максвелла свет распространяется непрерывно и второй наблюдатель получит сигнал от первого одновременно с тем, как и сам увидит исследуемый сигнал. По-мнению второго наблюдателя свет к этому времени еще не дошел до третьего наблюдателя. Таким образом, второй наблюдатель приходит в противоречие сам с собой: первые расчеты по формулам СТО противоречат вторым расчетам по уравнениям Максвелла. Очевидно, что вспышку наблюдатели увидят не одновременно, а последовательно, поскольку пространственный путь света един: источник, первый наблюдатель, затем второй, и, наконец, третий наблюдатель.

Дополнительно заметим, что даже в рамках СТО понятие относительности одновременности сильно ограничено: приложимо только к двум изолированным событиям (нет пересекающихся первопричин, нет пересекающихся последствий и, вообще, никакие дополнительные факты нас не интересуют). На самом деле, даже для этих выбранных точек световые конуса имеют пересечения, не говоря уже обо всех иных точках в пространстве и во времени. В действительности мы имеем сплошные цепи причинно связанных (и несвязанных) событий, проходящих с множеством пересечений через каждую точку пространства и времени (далеко не каждая причина вызывает наступление соответствующего следствия со скоростью света). И вся эта реальная (разномасштабная!) временная сетка взаимосвязана для всего пространства. Следовательно, в общем случае мы не можем поменять (выбором системы отсчета) порядок следования даже причинно несвязанных событий (где-то это все равно отразилось бы).

1.4 Преобразования Лоренца

Сделаем несколько замечаний по поводу преобразований Лоренца. В одном из подходов к выводу этих преобразований используют световую сферу, видимую по-разному для двух движущихся систем (вспышка произошла в момент совпадения центров систем), либо, что фактически одно и то же, используют понятие интервала (изображает ту же сферу). Решение системы уравнений

$$x^2 + y^2 + z^2 = c^2 t^2 \quad (1.3)$$

$$x_1^2 + y_1^2 + z_1^2 = c^2 t_1^2 \quad (1.4)$$

представляет собой просто пересечение двух поверхностей и ничего более (Рис. 1.12). При условии $y = y_1, z = z_1$ это будут поверхности сферы и эллипсоида вращения с расстоянием vt между центрами фигур. Однако, это фактически другая задача –

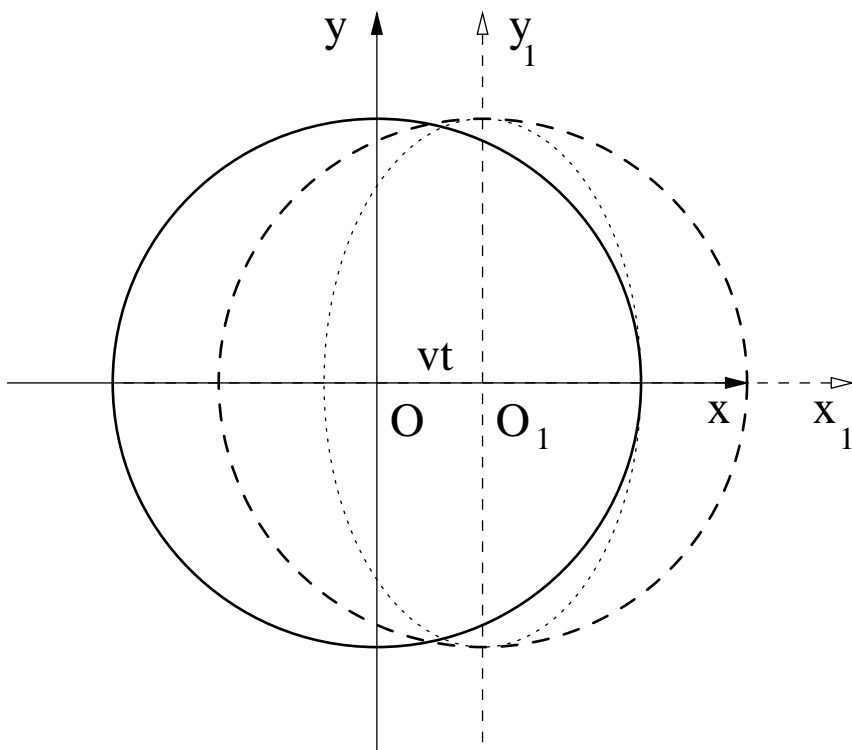


Рис. 1.12: Задача о двух вспышках.

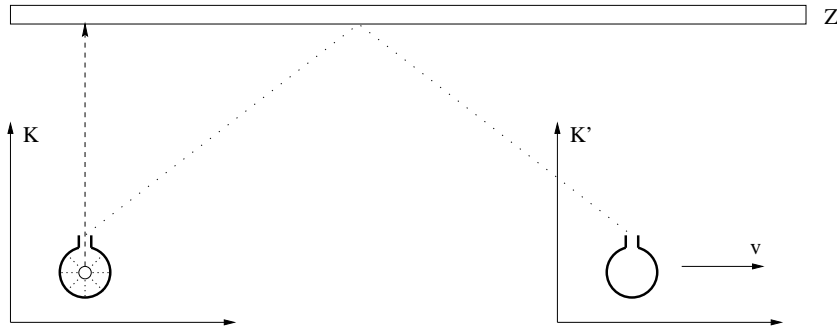


Рис. 1.13: Противоречия континуума световых сфер.

задача о двух вспышках: можно найти центры данных вспышек для любого момента времени, то есть решить обратную задачу.

В другом подходе к выводу преобразований Лоренца ищется такое преобразование, которое переводит уравнение (1.3) в уравнение (1.4). Очевидно, что для четырех переменных такое преобразование не единственное. Во-первых, отдельное приравнение $y_1 = y$, $z_1 = z$ представляет собой лишь одну из возможных гипотез, также как и требование линейности, взаимной однозначности, обратимости и т.д.. (Дополнительная возможность частотной параметризации описана в Приложениях.) Во-вторых, любое преобразование световых поверхностей вовсе не детерминирует преобразование объемов (в которых могут происходить неэлектромагнитные физические процессы). Например, скорость звука тоже не зависит от движения источника, но никаких глобальных выводов отсюда не следует.

В любом случае преобразования Лоренца в СТО физически описывают два объекта, а не один. В противном случае легко прийти к противоречию (Рис. 1.13). Пусть произошла вспышка света. Выделим вместо световой сферы один луч, перпендикулярный взаимному движению систем K и K' (пусть остальная световая энергия сразу поглощается внутри системы). Препградим путь лучу на большом расстоянии от центра длинным зер-

калом Z (вдоль линии, параллельной линии взаимного движения систем). Тогда наблюдатель в системе K через некоторое время зафиксирует отраженный сигнал. Пусть сигнал будет полностью поглощен. Однако, другой наблюдатель, двигающийся вместе с системой K' , также через некоторое время уловит в другой точке пространства сигнал (пусть тоже поглотит его). Если взять "континуум" систем с разными взаимными скоростями v , то сигнал может быть уловлен в любой точке прямой. Откуда же взялась дополнительная энергия? Это вечный двигатель СТО первого рода?

Заметим, что если некоторое математическое уравнение оказывается инвариантным относительно преобразований типа Лоренца с некоторой константой c' , то это всего навсего означает, что среди частных решений данного уравнения есть "поверхности" волнового типа, способные распространяться со скоростью c' . При этом даже у выбранного уравнения могут быть еще и другие частные решения со своими инвариантными преобразованиями, не говоря уже об иных математических уравнениях, то есть для математики никаких общематематических выводов из факта инвариантности не следует. Только релятивисты пытаются из частного явления "раздуть мыльный пузырь".

1.5 Парадоксы сокращения расстояний

Перейдем теперь к пространственным понятиям. Поскольку все выводы СТО следуют из инвариантности интервала, то из доказанного выше равенства $dt = dt'$ и из релятивистского равенства $c = constant$ (если в него верить) получаем $dr = dr'$ и можно было бы далее не рассматривать понятие пространства. Однако, для формирования наиболее полной точки зрения мы будем, по возможности, рассматривать в книге каждый спорный момент независимо от остальных.

Сокращение длин в СТО не может отражать реального физического эффекта, поскольку один и тот же объект виден разным наблюдателям по-разному (необъективность). Кроме того,

переход от одной системы отсчета к другой может происходить довольно быстро и это сразу отражалось бы на всей (даже бесконечной) Вселенной, что явно противоречит защищаемому СТО принципу конечной скорости передачи взаимодействий, а значит и принципу причинности. Следовательно, подобное сокращение – это не более, чем вспомогательные математические выкладки с величинами, некоторые из которых не имеют физического смысла. Привлечение реального физического механизма к объяснению процесса сокращения длин в СТО невозможно, так как сокращение должно иметь место сразу при любой скорости $v \neq 0$. В действительности же ясно, что в процессе ускорения объект можно не только толкать, но и тянуть за собой и тогда вместо сокращения имелось бы растяжение (экспериментально обнаружимое!). При медленном постоянном ускорении это постоянное состояние растяжения оставалось бы одинаковым в течение всего времени ускорения. Таким образом, сокращение никогда не начнется.

Теперь перейдем к конкретным парадоксам сокращения длин.

Парадокс креста

Пусть на твердой плоскости лежит тонкая пластина больших размеров, из которой вырезан небольшой крест (Рис. 1.14). Пусть длина креста много больше ширины перекладины $|AD| \gg |BC|$. Пусть крест скользит горизонтально по пластине так, чтобы в классической физике он занял свою нишу (например, упал в нее под действием силы тяжести). Выберем относительную скорость движения \mathbf{v} такую, чтобы согласно релятивистским формулам длина сокращалась в два раза (или более). Заметим, что центр тяжести креста (точка o) находится также и в центре перекладины. Следовательно, вертикальное движение креста (падение или поворот переднего конца) возможно только, если: (1) центр o и вся центральная линия перекладины ($O'O''$) находятся над пустым пространством, и (2) ни одна из точек C, D, E, F не имеет

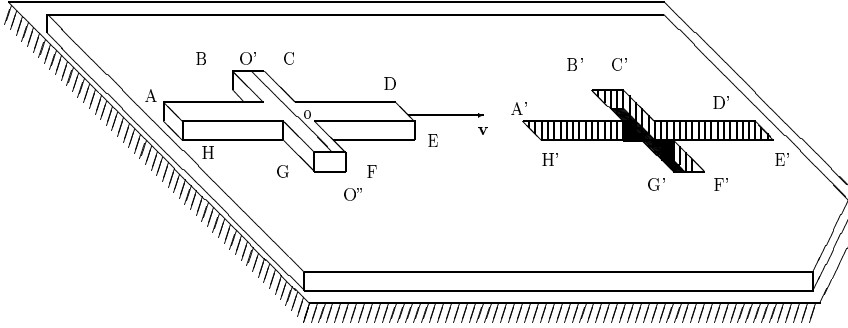


Рис. 1.14: Парадокс креста.

опоры. С точки зрения наблюдателя на кресте он проскользнет укоротившуюся в два раза нишу, так как всегда на пластину опирается либо перекладина и один из концов, либо оба конца. Известный фокус с поворотом стержня здесь не проходит (эту задачу мы разберем ниже). Однако, с точки зрения наблюдателя на пластине крест (ставший в два раза меньше) упадет в нишу. Таким образом, мы имеем два различных события: так было ли падение (толчок о плоскость) или нет? И что станет с наблюдателем, оказавшимся в нише (раздавит его или нет)? Или чтобы спастись ему надо срочно ускориться до скорости креста? Или надо оказаться вблизи конца $A'H'$ (или $D'E'$), куда не достанет укоротившийся крест?

Добавочные парадоксы и странности

Опишем другой парадокс. Пусть из пластины вырезан круг, который начинает вращаться относительно своего центра. Вследствие сокращения длин наблюдатель на пластине должен увидеть просвет и предметы за пластиной. В то время как наблюдатель на круге должен увидеть, как пластина наезжает на круг. Неинерциальность системы не имеет значения, так как ускорение v^2/R даже при $v \rightarrow c$ может быть меньше любой наперед заданной величины при выборе достаточно большого R . Подробно

геометрия круга будет рассмотрена в Главе 2, посвященной общей теории относительности. Подобные противоречия показывают логическую несостоятельность привычной теории относительности (теряется предсказуемость – основа науки).

Заметим еще одну "странность" (парадокс расстояний). Поскольку сокращение длин объектов связывают со свойствами самого пространства, то сокращаться должно также и расстояние до объекта (независимо от того, приближаемся мы к объекту или удаляемся от него!). Следовательно, при достаточно большой скорости ($v \rightarrow c$) ракеты мы можем не только рассматривать удаленные звезды, но и дотронуться до них рукой, ведь в нашей собственной системе отсчета наши размеры не меняются. Кроме того, улетая от Земли в течение длительного времени с большим ускорением (СТО не накладывает ограничений на ускорение), мы окажемся от нее на расстоянии "одного метра". В какой же момент наблюдатель, находящийся на расстоянии этого самого "одного метра" увидит реверсное (то есть обратное – против действия реактивных двигателей) движение ракеты?

Возможность введения абсолютного времени также опровергает логически парадоксальные выводы СТО о замедлении времени, относительности одновременности и, кроме того, о сокращении расстояний, так как теперь способ одновременного измерения расстояний не зависит от движения объектов. Например, пусть тонкий объект скользит с произвольной скоростью по фотопленке. Тогда длина этого объекта будет совпадать с длиной его фототени, если очень кратковременное освещение произведено бесконечно удаленной фотовспышкой.

Сокращение расстояний до объектов также противоречиво по другой причине. Даже при движении со скоростью пешехода расстояние до отдаленных галактик должно заметно сокращаться. Однако направление такого сокращения является неопределенным. Если движущийся пешеход взглянет на галактики, улетит ли он за пределы Земли, или, наоборот, взглядом притянет другую галактику? Любой из результатов – сплошная мистика.

Странная вещь при сокращении длин в СТО происходит с

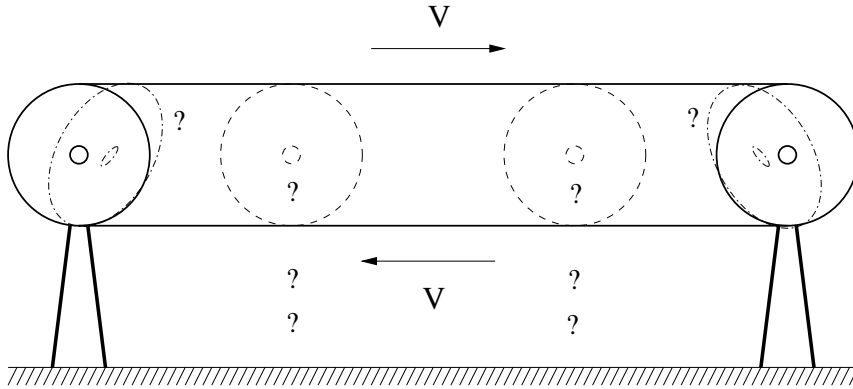


Рис. 1.15: Иллюзии ременной передачи.

ременной передачей (Рис. 1.15). С точки зрения наблюдателей, находящихся на каждой из двух свободных половин ремня, цилиндрические валы должны превратиться в эллипсоидальные цилиндры и повернуться: противоположные от каждого наблюдателя точки больших полуосей эллипсов должны сблизиться (опять получаем необъективное описание). Противоречие же получаем с точки зрения третьего наблюдателя на неподвижной станине. С одной стороны, валы должны сблизиться друг с другом. С другой стороны, неподвижные опоры, удерживающие оси валов должны остаться на месте. На чем же будут держаться оси валов? Так сокращается ли реальное пространство? Что нужно искусственно постулировать для срочного спасения СТО: разные вложенные пространства для валов и опор и изменение объективных характеристик ремня (растяжимости)?

Попытка спрятаться от объяснения механизмов сокращения длин за общую фразу типа "это кинематический эффект самого пространства" неудачна из-за неопределенности "направления сокращения" (к какой точке пространства?). Действительно, начало отсчета (наблюдателя) можно поместить в любую точку бесконечного пространства как внутри, так и левее или правее объекта, и тогда весь объект, кроме сокращения, будет еще пе-



Рис. 1.16: Скольжение внутри сэндвича.

ремещаться к данной произвольной точке. Это сразу доказывает противоречивость или нереальность данного эффекта. Не ясно, к какому концу отрезка должно происходить сокращение этого отрезка, если движущаяся система с двумя наблюдателями (движущимися) на концах отрезка создана импульсно. Не может спасти ситуацию и фраза о "взаимной однозначности преобразований Лоренца". Этого совершенно недостаточно. Взаимная однозначность некоторого математического преобразования позволяет использовать его для удобства расчетов, но это вовсе не означает, что любое взаимно однозначное математическое преобразование обладает физическим смыслом. Также странным является процесс остановки сократившихся тел. Возникают вопросы: в какую сторону восстанавливаются их размеры? Куда делось сокращение пространства, если за этим телом наблюдали разные удаленные наблюдатели?

Задачи о тонких стержнях

Разберем подробно задачу о скольжении тонкого метрового стержня по тонкой плоскости, имеющей метровое отверстие [105] (см. [32], упражнение 54). Весьма странно, что любой объект должен сократиться, повернуться или "прогнуться и соскользнуть" именно так, чтобы любой ценой спасти СТО от противоречий (однако, такой подход – косвенное признание принципиальной необнаружимости кинематических эффектов СТО). Какое отношение может иметь реальная жесткость стержня к данной задаче? Никакого! Пусть стержень скользит между двумя плоскостями (сэндвич), чтобы в прогибе участвовала только свободно висящая над отверстием часть стержня (Рис. 1.16). Уж если в укоротившееся до 10 см (в 10 раз) отверстие может "прогнуться

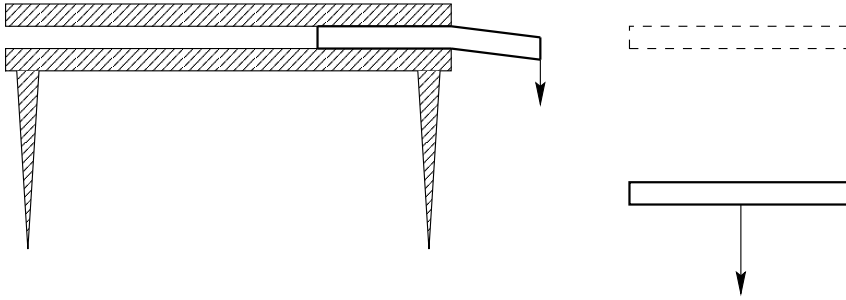


Рис. 1.17: Жесткость и прогиб стержня.

и соскользнуть” метровый стержень, то точно также ”прогнулся и соскользнул” бы и километровый стержень (который теперь не должен проваливаться ни в классической физике, ни даже в СТО в системе отсчета плоскости). Декларативное упоминание скорости акустических колебаний (для механизма установления равновесия) – это ”правдоподобное” сокрытие правды. Пусть имеются два одинаковых реальных горизонтальных стержня на одной высоте (Рис. 1.17). Первый стержень скользит прижатым к столу и начинает в момент $t = 0$ одним концом свешиваться вниз. В этот момент ($t = 0$) второй стержень начинает свободно падать вниз. Очевидно, что для любого момента времени $t > 0$ второй стержень сместится вниз (упадет) на значительно большее расстояние, чем прогнется конец первого стержня (а фактически СТО пытается заменить реальное тело телом с нулевой жесткостью). Для анализируемых задач релятивистские скорости могут только уменьшить влияние жесткости по сравнению со случаем малых скоростей, еще более приближая реальное тело к модели абсолютно твердого тела. Действительно, прогиб стержня происходит в направлении, перпендикулярном к релятивистскому движению. Следовательно, задача аналогична задаче о скольжении массивного тела по тонкому льду на реке: при малых скоростях тело может провалиться (пролом льда за счет его прогиба), а при достаточно больших скоростях движения тело сможет скользить по льду не проваливаясь (прогиб льда мал).

Скорость акустических колебаний много меньше скорости света. Следовательно, по сравнению со статическим случаем молекулы смещаются в течение эффективно меньшего времени, в результате прогиб оказывается меньшим. Возьмем толщину нижней плоскости на одну молекулу больше, чем смещение прогиба стержня (для конкретного заранее выбранного материала). На втором конце отверстия сделаем очень пологий скос плоскости (Рис. 1.16), чтобы данный стержень мог продолжить скольжение по плоскости (без остановки). Очевидно, что если при нерелятивистских скоростях стержень не "соскользнет" в реальное 10-ти сантиметровое отверстие, то тем более при больших (релятивистских) скоростях стержень не "соскользнет" в (якобы) укоротившееся до 10-ти сантиметров отверстие. Что будет происходить с точки зрения СТО при всех прежних характеристиках плоскости с 20-ти сантиметровым или километровым стержнем? А если мы при прежних геометрических характеристиках эксперимента будем брать разные материалы для стержня (от нулевой до максимальной жесткости)? Очевидно, что при точной подгонке всех параметров для одного случая невозможно устранить противоречие для всех остальных (разных) случаев. Для спасения СТО нужно либо постулировать, что жесткость в эксперименте перестала быть объективным свойством материалов (а зависит *ad hoc* от наблюдателя, геометрических размеров и скорости), либо постулировать, что второй конец отверстия подпрыгивает *ad hoc* "нужным образом". Оправдывает ли цель подобные средства?

Аналогичная задача о прохождении летящего вдоль оси X тонкого стержня (теперь уже не прижатого к плоскости) через нишу того же размера (медленно наезжающую вдоль оси Z) вошла даже в популярную литературу [6]. Релятивисты "устраняют" противоречие в показаниях наблюдателей с помощью поворота стержня в пространстве (тогда стержень в любом случае пройдет через нишу, как и в классической физике). Однако, поворот не отменяет Лоренцова сокращения. Подсветим нишу снизу вдоль оси Z параллельным пучком лучей (например, от удаленного источника). Будем с большой скоростью пропускать

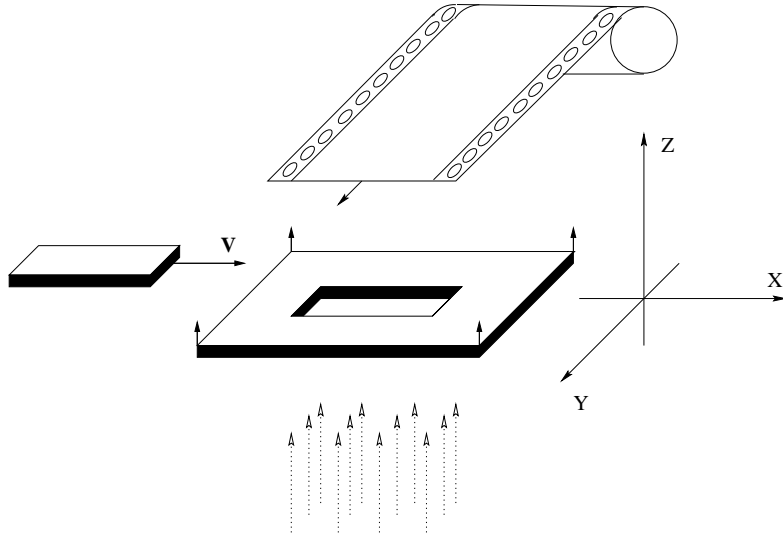


Рис. 1.18: "Поворот" стержня.

фотопленку высоко сверху над нишей, параллельно плоскости, но перпендикулярно взаимному движению стержня и плоскости, то есть вдоль оси Y (Рис. 1.18). Тогда, несмотря на прохождение стержня, результат в СТО все равно будет разным для разных наблюдателей. В классической физике получилось бы полное затемнение фотопленки в момент прохождения стержня через нишу (что было бы отмечено полностью темным участком на светлой полосе). Такое же полное затемнение было бы в СТО с точки зрения наблюдателя на стержне (так как ниша сожмется и повернется). Однако, с точки зрения наблюдателя на пластине (и на пленке) стержень сократится и повернется. Следовательно, полного затемнения не будет никогда. Кто же прав?

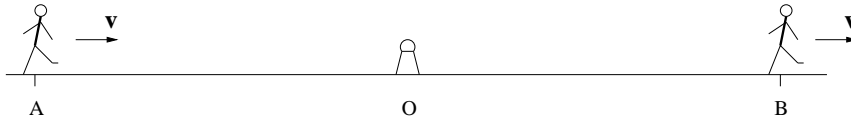


Рис. 1.19: Парадокс двух пешеходов.

Некоторые замечания о сокращении длин

Рассмотрим дополнительно релятивистский эффект сокращения расстояний (парадокс пешеходов). Заранее "договоримся" о следующем мысленном эксперименте (Рис. 1.19). Пусть маяк, расположенный посередине отрезка, посылает сигнал к его концам. Длина отрезка пусть будет миллион световых лет. В момент прихода вспышки два пешехода на концах отрезка начинают идти с одинаковой скоростью в одну, заранее выбранную сторону, вдоль прямой, содержащей данный отрезок, и идут несколько секунд. Движущийся отрезок (система двух пешеходов) должен сократиться относительно концов неподвижного отрезка на сотни километров. Однако, ни один из пешеходов за эти секунды не "улетит" на сотни километров. Разорваться посередине движущийся отрезок тоже не мог, так как преобразования Лоренца непрерывны. Где же сократился этот отрезок? И как это можно обнаружить?

Для "оправдания" релятивистского сокращения длин Фок [36] рассуждает следующим образом. В неподвижной системе измерение длины (фактически фиксируемой концами отрезка) можно проводить неодновременно, а в движущейся системе нужно проводить одновременно. Из инвариантности интервала

$$(x_a - x_b)^2 - c^2(t_a - t_b)^2 = (x'_a - x'_b)^2 - c^2(t'_a - t'_b)^2$$

при выборе $t'_a = t'_b, t_a \neq t_b$ получаем $|x_a - x_b| > |x'_a - x'_b|$. Но тогда почему бы произвольно не выбрать $t_a = t_b$ чтобы единственным образом получить объективную длину $|x_a - x_b|$? Существование процесса измерения длины (концов отрезка), независимого от времени и от понятия одновременности для собствен-

ной системы отсчета, доказывает полную независимость времени и пространственных характеристик в этой системе. Почему же для другой, движущейся системы должна возникнуть какая-то вторая дополнительная связь координат и времени, кроме кинематического понятия скорости?

Неверным является мнение Мандельштама [19] о том, что нет "действительной длины" и его пример с угловой мерой предмета. Угловая мера предмета зависит не только от размеров предмета, но и от расстояния до него, то есть от двух параметров. Следовательно, ее можно сделать однозначной только если зафиксировать один параметр – расстояние до предмета. Неверным является и его высказывание, что при любом способе измерения длин движущиеся по-разному стержни обладают различной длиной. Например, возможна процедура измерения (прямого сравнения) предварительно повернутых перпендикулярно относительному движению стержней. Затем стержни можно поворачивать произвольным образом. Они вообще могли медленно вращаться, чтобы в момент совпадения оказаться перпендикулярными движению. Тогда этот способ даже в СТО совершенно не зависит от относительного движения.

Некоторые релятивисты считают, что вообще нет сокращения длин – есть только поворот, например, для куба (то есть они не могут однозначно договориться даже между собой). Отсутствие реального поворота куба (или то, что это только кажущийся эффект) легко доказать, если куб будет лететь прижатым к потолку. Вообще говоря, расстояние до объектов, их видимую скорость и размеры даже с помощью света можно определять несколькими "непротиворечивыми" самими по себе способами. Например, даже для единственного наблюдателя: по угловым размерам, по освещенности, по эффекту Доплера. Но получение разных значений для одной и той же физической величины вовсе не отменяет единственные истинные объективные характеристики тела и его движения (под которые градуируются приборы).

СТО пытается "купить" непротиворечивость ее определения длин путем отказа от объективности ряда других физических ве-

личин. Однако, со временем этот фокус не проходит – оно необратимо. Отметим странную вещь: в смысле обратимости (при переходе от одной инерциальной системы отсчета к другой и обратно!) линейные преобразования Лоренца совершенно эквивалентны для координат и для времени (обратимы).

1.6 Релятивистский закон сложения скоростей

Напомним, что кинематика не занимается поиском причин движения, а утверждает, например, следующее: если скорости заданы, то можно найти результат сложения скоростей. Вопросы динамики частиц (она занимается причинами движений) требуют отдельного рассмотрения (см. Главу 4).

Сделаем теперь замечание по поводу релятивистского закона сложения скоростей. Для двух систем, непосредственно участвующих в относительном движении, не возникает сомнения при определении их относительной скорости (ни в классической физике, ни в СТО). Пусть система S_2 движется относительно системы S_1 со скоростью v_{12} ; аналогично, система S_3 движется относительно S_1 со скоростью v_{13} . Фактически, релятивистский закон сложения скоростей определяет относительную скорость того движения, в котором наблюдатель сам не участвует. Скорость движения системы S_3 относительно S_2 определится так:

$$v_{23} = \frac{v_{13} - v_{12}}{1 - \frac{v_{13}v_{12}}{c^2}}. \quad (1.5)$$

Именно в таком виде (хотя обычно выражают v_{13} через v_{12} и v_{23}) раскрывается истинная суть этого закона: он говорит о том, какую относительную скорость систем S_3 и S_2 будет регистрировать наблюдатель в S_1 , если будет пользоваться правилом Эйнштейна для синхронизации времени (с помощью световых сигналов) и измерения длин. Фактически мы опять имеем ”закон видимости”. (Для случая возможной параметрической зависи-

мости скорости света от частоты это выражение будет изменено – см. Приложения.)

Рассмотрим следующее методическое замечание. Весьма странным для кинематических понятий является некоммутативность релятивистского закона сложения скоростей для неколлинеарных векторов. Свойство некоммутативности (и то, что преобразования Лоренца без вращений не составляют группу) слегка упоминается лишь в некоторых учебниках теоретической физики. Однако, например, в квантовой механике аналогичное свойство существенно меняет весь математический аппарат и физически выражает одновременную неизмеримость некоммутирующих величин.

Из общего релятивистского закона сложения скоростей

$$\mathbf{v}_3 = \frac{(\mathbf{v}_1 \mathbf{v}_2) \mathbf{v}_1 / v_1^2 + \mathbf{v}_1 + \sqrt{1 - v_1^2/c^2} (\mathbf{v}_2 - (\mathbf{v}_1 \mathbf{v}_2) \mathbf{v}_1 / v_1^2)}{1 + (\mathbf{v}_1 \mathbf{v}_2)/c^2} \quad (1.6)$$

видно, что результат зависит от порядка преобразования: например, в случае последовательности

$$+v_1 \mathbf{i}, -v_1 \mathbf{i}, +v_2 \mathbf{j}, -v_2 \mathbf{j},$$

где \mathbf{i} и \mathbf{j} – орты прямоугольной системы координат, получаем нулевую итоговую скорость, а для другого порядка тех же величин

$$+v_1 \mathbf{i}, +v_2 \mathbf{j}, -v_1 \mathbf{i}, -v_2 \mathbf{j}$$

получим ненулевую скорость, которая весьма сложно зависит от скоростей v_1 и v_2 . Последовательное применение преобразований (движений) $v_1 \mathbf{i}$ и $v_2 \mathbf{j}$ приводит к

$$\mathbf{v}_3 = v_1 \mathbf{i} + \sqrt{1 - v_1^2/c^2} v_2 \mathbf{j},$$

а в другом порядке $v_2 \mathbf{j}$ и $v_1 \mathbf{i}$ приводит к

$$\mathbf{v}'_3 = v_2 \mathbf{j} + \sqrt{1 - v_2^2/c^2} v_1 \mathbf{i},$$

то есть получаем разные вектора (Рис. 1.20).

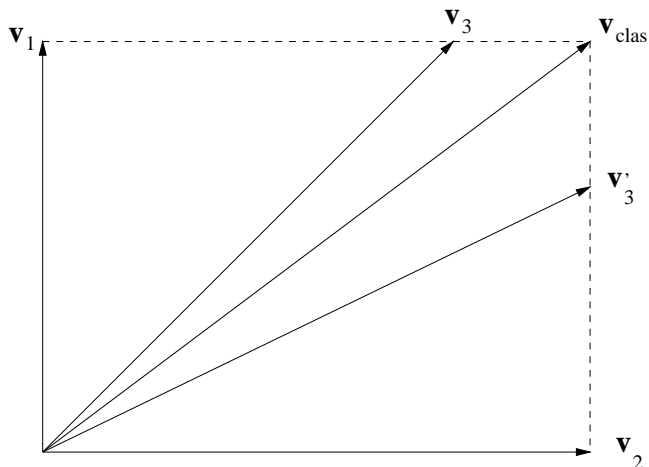


Рис. 1.20: Параллелограммы скоростей в СТО.

Что же в таком случае может означать разложение вектора скорости на компоненты? Во-первых, перенос простейших классических методов расчетов (коммутативной алгебры) на релятивистские уравнения (некоммутативные) неправилен: даже решение векторных уравнений покомпонентно требует дополнительных постулатов, усложнений или разъяснений. Во-вторых, невозможно простое применение методов классической физики (принципа виртуальных перемещений, вариационных методов и т.д.). Пришлось бы даже ноль "индивидуализировать": количество "нулевых" величин, составленных из некоторой векторной комбинации должно быть равным количеству "нулевых" величин, составленных из зеркальной векторной комбинации. Следовательно, и теория флуктуаций также нуждалась бы в дополнительном обосновании. Таким образом, вопреки тезису "о простоте и элегантности СТО" для правильного обоснования даже простейших процедур пришлось бы вводить множество искусственных усложнений и разъяснений (чего нет в учебниках).

Рассмотрим логическое противоречие релятивистского зако-

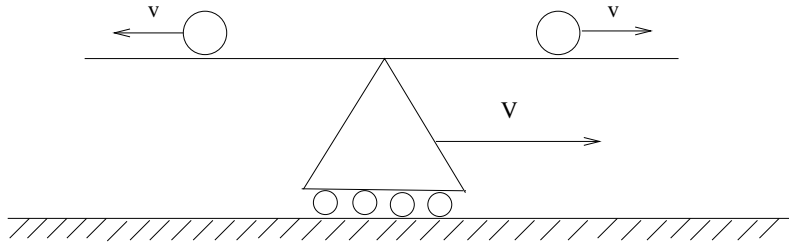


Рис. 1.21: Закон сложения скоростей и противоречие весов.

на сложения скоростей на примере одномерного случая. Пусть имеем весы, имеющие форму горизонтального желоба с горизонтальной поперечной осью посередине желоба. По желобу будут катиться два одинаковых шарика массы m в разные стороны от оси (Рис. 1.21). Чтобы пока избежать обсуждения свойств релятивистской массы поступим так. Пусть трение оси весов отсутствует всюду, исключая точку горизонтального положения ("мертвая точка"). В этом положении порог силы трения не позволяет сдвинуться весам за счет возможной малой разности релятивистских масс (между шарами), но этот порог чувствительности не может воспрепятствовать вращению весов (с "мертвой точки") при отсутствии одного из шаров (если он упадет). Пусть скорости шаров в системе весов одинаковы по модулю. Тогда в этой системе шары одновременно докатятся до краев и упадут вниз, так что весы останутся в горизонтальном положении. Рассмотрим теперь то же движение в системе, относительно которой весы движутся со скоростью V . Пусть только $V \rightarrow c$, а $v \ll v_s$, где v_s – скорость звука в материале желоба. Тогда весы можно считать абсолютно жесткими (игнорировать акустические волны). Согласно релятивистскому закону сложения скоростей

$$v_1 = \frac{V - v}{1 - vV/c^2}, \quad v_2 = \frac{V + v}{1 + vV/c^2}.$$

Движение средней точки со скоростью

$$\frac{v_1 + v_2}{2} = V \frac{1 - v^2/c^2}{1 - v^2 V^2/c^4} < V$$

всегда отстает от движения весов. Таким образом, первым свалится шарик, движущийся против направления движения весов. В результате равновесие нарушится и весы начнут вращаться. Имеем противоречие с данными первого наблюдателя. Что будет с наблюдателем, если он будет стоять под правой частью весов?

Могут ли преобразования Лоренца описывать последовательные переходы от одной инерциальной системы к другой и отвечает ли релятивистский закон сложения скоростей реальным изменениям скорости? Конечно, нет. Для начала напомним, какой смысл вкладывается в релятивистский закон сложения скоростей. Он должен доказывать, что сложение движений не может привести к скорости, большей скорости света. Как в таком случае можно складывать движения? Например, относительно звезд движется наша Земля (фактически существует первая движущаяся система отсчета), с Земли взлетает космический корабль с большой скоростью (фактически "создана" вторая движущаяся система отсчета), затем с этого космического корабля взлетает следующая ракета (третья система отсчета) и т.д.. Именно это должно иметься в виду под последовательным применением преобразований. Тогда отпадает, например, вопрос о том, какую скорость в законе сложения скоростей считать первой, а какую второй (это важно для некоммутативных преобразований). В этом смысле и приводились все примеры выше.

Рассмотрим теперь преобразования Лоренца для произвольных направлений движения:

$$\mathbf{r}_1 = \mathbf{r} + \frac{1}{V^2} \left(\frac{1}{\sqrt{1 - V^2/c^2}} - 1 \right) (\mathbf{r} \mathbf{V}) \mathbf{V} + \frac{\mathbf{V} t}{\sqrt{1 - V^2/c^2}},$$

$$t_1 = \frac{t + (\mathbf{r} \mathbf{V})/c^2}{\sqrt{1 - V^2/c^2}}.$$

Легко проверить, что последовательное применение релятивистского закона сложения скоростей (1.6) к величинам

$$v_1 \mathbf{i}, \quad v_2 \mathbf{j}, \quad -v_1 \mathbf{i} - v_2 \sqrt{1 - v_1^2/c^2} \mathbf{j} \quad (1.7)$$

дает ноль. Применим к произвольному вектору $\mathbf{r} = x \mathbf{i} + y \mathbf{j}$ последовательно преобразования Лоренца с тем же набором скоростей. Имеем:

$$\mathbf{r}_1 = \frac{x + v_1 t}{\sqrt{1 - v_1^2/c^2}} \mathbf{i} + y \mathbf{j},$$

$$t_1 = \frac{t + xv_1/c^2}{\sqrt{1 - v_1^2/c^2}}.$$

Далее имеем:

$$\mathbf{r}_2 = \frac{x + v_1 t}{\sqrt{1 - v_1^2/c^2}} \mathbf{i} + \frac{y \sqrt{1 - v_1^2/c^2} + v_2 t + xv_1 v_2/c^2}{\sqrt{1 - v_1^2/c^2} \sqrt{1 - v_2^2/c^2}} \mathbf{j},$$

$$t_2 = \frac{t + xv_1/c^2 + yv_2 \sqrt{1 - v_1^2/c^2}/c^2}{\sqrt{1 - v_1^2/c^2} \sqrt{1 - v_2^2/c^2}}.$$

Выражения для \mathbf{r}_3 и t_3 не будем выписывать в явном виде ввиду их громоздкости. Однако, используя графические программы можно убедиться в следующих свойствах:

- 1) в новой системе начальное время десинхронизовано в любой точке пространства, кроме начала координат.
- 2) Промежутки времени изменились: $dt_3 \neq dt$, то есть мы попали не в первоначальную покоящуюся систему, а в новую движущуюся систему. Следовательно, как минимум, в учебниках не совсем точно раскрывается смысл преобразований Лоренца или релятивистского закона сложения скоростей.
- 3) Отрезки оказываются не только измененной длины, но и повернутыми. В этом легко убедиться, если найти численно угол поворота, то есть разность

$$\alpha = \arctan \left(\frac{y_3[x(1), y(1), t] - y_3[x(0), y(0), t]}{x_3[x(1), y(1), t] - x_3[x(0), y(0), t]} \right) -$$

$$- \arctan \left(\frac{y(1) - y(0)}{x(1) - x(0)} \right).$$

Можно сколько угодно математически объяснять эти свойства псевдоевклидовостью метрики, однако физически все просто. Эти свойства доказывают необъективный (а только кажущийся) характер преобразований Лоренца и релятивистского закона сложения скоростей и их несогласованность между собой. Действительно, поскольку мы последовательно переходили от одной инерциальной системы к другой, а поворот означает неинерциальность системы, то СТО сама выходит за рамки собственной применимости, то есть противоречива. Если бы этот поворот был реальным, то это означало бы необъективность понятия инерциальной системы (так как результат зависел бы от способа перехода к данной системе) и, как следствие, об отсутствии самой базы для существования СТО.

Попробуем разобраться, почему же трактовки из учебников приводят к несогласованности двух выражений: релятивистского закона сложения скоростей и преобразований Лоренца, несмотря на то, что первое выражение выводится из второго. Напомним этот вывод на примере одномерного взаимного движения систем K и K' . Исходя из преобразований Лоренца

$$x_1 = \frac{x + Vt}{\sqrt{1 - V^2/c^2}}, \quad t_1 = \frac{t + Vx/c^2}{\sqrt{1 - V^2/c^2}}$$

делим дифференциалы dx_1 на dt_1 с учетом определений $v = dx/dt$ и $v_1 = dx_1/dt_1$ и получаем:

$$v_1 = \frac{v + V}{1 + vV/c^2}.$$

Отсюда видно следующее:

- 1) наблюдатель находится в центре системы K и измеряет расстояние x до исследуемого тела в своей системе K .
- 2) он считает время t единым в своей системе и определяет скорость тела в своей системе $v = dx/dt$.

3) он измеряет скорость $-V$ системы K' относительно K , пользуясь своим (!) временем t , и считает относительные скорости систем взаимно обратными по направлению. Ничего другого этот наблюдатель измерить не может: итоговая величина скорости v_1 является вычисляемой величиной. Таким образом, мы приходим к трактовке [48], изложенной ранее: релятивистский закон сложения скоростей определяет скорость того относительного движения, в котором сам наблюдатель не участвует. Этот эффект не реальный, а кажущийся (когда пользуемся определенными правилами СТО). По сути формулы мы не можем просто перейти ко второй подстановке для определения v_2 , хотя формально в выражение релятивистского закона сложения скоростей можно последовательно подставлять сколько угодно величин скоростей. В случае сложения движений вдоль одной прямой классическое свойство коммутативности сохраняется и противоречие оказывается завуалированным. Но если вектора скорости неколлинеарны, то пункт 3) оказывается неверным и сразу проявляется противоречивость и несогласованность закона сложения скоростей и преобразований Лоренца.

В рассмотренном ранее примере можно поступить по-другому: будем искать последовательность трех преобразований скоростей, сохраняющую первоначальное время в преобразованиях Лоренца неизменным. Тогда легко проверить, что вместо (1.7) может быть взята единственная последовательность:

$$v_1 \mathbf{i}, \quad v_2 \mathbf{j}, \quad -v_1 \sqrt{1 - v_2^2/c^2} \mathbf{i} - v_2 \mathbf{j}. \quad (1.8)$$

Однако, во-первых, поворот отрезков остается. Во-вторых, новый набор скоростей не удовлетворяет в данной последовательности закону сложения скоростей, то есть фактически поменялся порядок подстановки скоростей v_1 и v_2 в закон сложения скоростей (что не соответствует сути этого закона). Таким образом, противоречия все равно не устраняются. Одним из проявлений противоречивости СТО является прецессия Томаса: исходя из последовательности инерциальных систем (движущихся прямолинейно и равномерно) вдруг в итоге получается вращение пред-

мета (принципиально неинерциальное движение). Таким образом, переход от излагаемых в стандартных учебниках преобразований Лоренца в "математическом пространстве" $1 + 1 (t + x)$ к преобразованиям Лоренца в "пространстве" $1 + 2$ или $1 + 3$ содержит физические противоречия.

Многие интуитивно понятные свойства физических величин теряют свой смысл в СТО. Например, относительная скорость перестает быть инвариантной. Частицы, вылетающие вдоль одной прямой с разными скоростями образуют в СТО сложный "веер скоростей" для движущейся системы. Изотропное распределение по скоростям в СТО перестает быть таковым для другой движущейся системы. Никакого заявляемого упрощения в СТО на самом деле нет.

Из СТО вовсе не следует невозможность скоростей $v > c$. И добавление о том, что это относится только к скорости передачи сигнала – искусственное добавление (ввиду наличия очевидных контрпримеров к расширенному толкованию). Однако, даже с подобным добавлением остается недостаточно детерминированным понятие сигнала (информации). Например, получая сигнал от вспышки сверхновой, разве мы не уверены, что такая же информация "содержится" на диаметрально противоположном расстоянии от сверхновой, то есть мы знаем об этом со скоростью $2c$? Или это не информация? Следовательно, в СТО может иметься ввиду только информация на материальном носителе электромагнитной природы, распространяющаяся в вакууме последовательно через все точки пространства от источника до приемника сигнала.

Сделаем одно замечание по-поводу "удивительности" релятивистского закона "сложения" скоростей. Обратим внимание на очевидный факт: сигналы для обмена информацией должны посылаться обязательно в направлении объекта, а не в противоположном направлении. Поэтому нет ничего удивительного в обмене сигналами, когда и в классическом случае в результате формального сложения скоростей оказывается $v_1 + v_2 > v_{signal}$. Пусть два самолета взлетают с аэродрома O со скоростями $0,9v_{sound}$

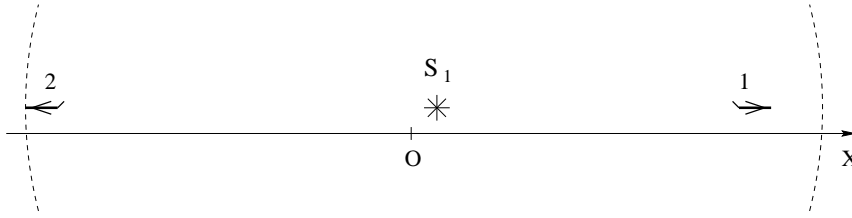


Рис. 1.22: Обмен сигналом.

и разлетаются друг от друга в противоположных направлениях оси X (то есть с относительной скоростью $1,8v_{sound}$). Возможен ли между ними обмен звуковыми сигналами? Разумеется! Так как звуковая волна распространяется в воздухе независимо от скорости источника S_1 в момент испускания сигнала, то первый самолет (пославший сигнал) будет догонять фронт волны, распространяющийся в положительном направлении оси X , а второй самолет будет "соревноваться" с фронтом волны, распространяющимся в отрицательном направлении оси X . Оба самолета движутся медленнее, чем распространяются соответствующие ближайшие к ним участки фронта волны (Рис. 1.22). Таким образом, сумма скоростей в реальности сопоставляется (сложным образом) не со скоростью звука, а с величиной $2v_{sound}$.

Очевидно также, что физическое ограничение на величину скорости не может накладываться математикой (тот факт, что под знаком радикала в некоторых выражениях будет стоять отрицательная величина). Надо просто вспомнить, что все формулы СТО получены с использованием обмена световыми сигналами (метод синхронизации Эйнштейна). Если же тело сразу движется быстрее света, то его просто не сможет догнать сигнал, посланный вдогонку. Аналогично можно ввести синхронизацию с помощью звука (и также будут особенности в формулах), но отсюда вовсе не будет следовать невозможность сверхзвуковых скоростей. Скорость распространения возмущений (звуковых или световых) в среде никак не связана со скоростью движения некоторого тела сквозь эту среду.

1.7 Добавочная критика кинематики СТО

Начнем с общих замечаний. Групповые свойства математических уравнений, как преобразования с математическими символами, не имеют совершенно никакого отношения к каким-либо физическим принципам или постулатам, то есть групповые свойства могут быть найдены без дополнительных физических гипотез. Например, преобразования Лоренца, отражающие групповые свойства уравнений Максвелла в пустоте (или классического волнового уравнения, в том числе в акустике), вовсе не связаны с введенным в СТО постулатом постоянства скорости света или с принципом относительности.

Теория относительности – это фактически ”теория видимости”: что мы увидим в эксперименте, если в его основу (с обобщением на свойства пространства и времени) положить законы электромагнитных взаимодействий (абсолютизация электромагнитных явлений). Аналогично можно поставить вопрос о том, как будут выглядеть явления, наблюдаемые с помощью звука и др. Разумеется, конечность скорости передачи тех или иных взаимодействий видоизменяет явления, наблюдаемые с помощью этих взаимодействий. Но это не мешает делать единые экстраполяции для привязки к пространству и времени (абсолютным классическим физическим понятиям) для единого описания мира, не ограниченного никакими всеобщими гипотезами.

Ньютоново пространство обладает важным свойством: системы с меньшими размерностями могут обладать аналогичными свойствами. Например, вектор может быть введен не только в пространстве, но и на прямой и на плоскости. В ТО пространственные величины не обладают векторными свойствами (только 4-вектора), то есть нет непрерывного предельного перехода к классическим величинам (”почти вектор” \rightarrow вектор).

В качестве следующего замечания опишем парадокс ”нелокальности”. Заметим, что все формулы СТО локальны, то есть не зависят от предыстории движения. Пусть система S' движется со скоростью \mathbf{v} относительно системы S . В центре O в момент

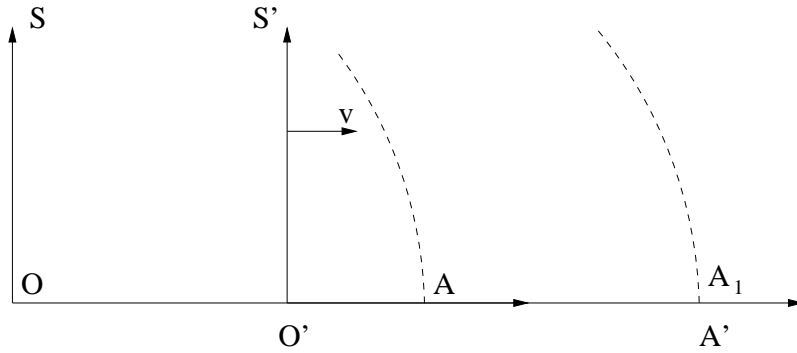


Рис. 1.23: Парадокс нелокальности.

совпадения с центром O' происходит вспышка света. Пусть за время t в системе S волновой фронт достигнет точки A а в системе S' соответственно точки A' (Рис. 1.23). Сообщим приемнику сигнала в системе S , находящемуся в точке $A_1 = A'$ импульсно скорость \mathbf{v} . Получается что фронт волны сразу переместился в точку A' (ведь теперь мы в системе S'). Так где же находился фронт волны в один и тот же момент времени? Изменилось время в $A_1 = A'$? А если мы через мгновение остановим приемник в A_1 ? Время восстановится, а фронт волны опять вернется в A ? А наблюдатель забудет, что видел вспышку света? Тогда чтобы увидеть будущее надо быстрее двигаться? То, что наблюдатель в A_1 не все время двигался вместе с системой S' , ничего не объясняет, так как в A' может находиться другой наблюдатель, который все время двигался вместе с системой S' . Получается, что один из них увидит событие, а второй – нет? Исчезает объективность науки.

Можно добавить следующее вспомогательное замечание. Двигается ли волновой пакет (свет) в вакууме со скоростью света? Если да, то мы не можем разбить его на отдельные импульсы с помощью стробоскопа: вследствие сокращения длин длина каждого импульса и длина каждого промежутка между ними

должна быть нулевой (что противоречит опыту). Если же считать размеры полученных импульсов (сигналов) и промежутков конечными в покоящейся системе (лабораторной), то в собственной системе отсчета волнового пакета и импульсы и промежутки должны быть бесконечными (как тогда сопоставить импульс и промежуток, где он отсутствует?).

Сделаем теперь замечание относительно изменения направления видимого движения частиц или видимого направления получения волнового сигнала (вспомним, например, аберрацию) при переходе в движущуюся систему отсчета. В СТО этот элементарный классический факт представляют как поворот всего волнового фронта на некоторый угол. При этом волновой фронт соответствует точкам световой сферы для одного момента времени. Напомним, что в СТО волновой фронт в один и тот же момент времени различен для движущихся друг относительно друга систем (именно вследствие изменения хода времени). Однако, предыстория движения регистрирующего прибора не входит ни в одну формулу СТО. Фотон, летящий в пространстве между источником и приемником никак причинно не связан с движением приемника или источника в этот момент времени. Взаимодействие регистрирующего прибора с фотоном происходит только непосредственно в момент приема сигнала. Нет никакого различия, имел ли приемник все время некоторую скорость \mathbf{v} и оказался в данной точке пространства в момент приема сигнала, или он "стоял" в данной точке пространства, а за мгновение до получения сигнала приобрел ту же скорость \mathbf{v} (результат взаимодействия с фотоном будет в обоих случаях одинаков). Таким образом, для самого **факта** получения сигнала имеет значение только пришел ли фотон в данное место пространства. Очевидно также, что скорость в данном месте пространства не изменит самого **факта** прихода сигнала (а только его частоту – согласно эффекту Доплера). Следовательно, никакого реального поворота всего фронта волны (выражающего факт прихода сигнала) быть не может. Это локальный (в данной точке) математический (дифференциальный) способ описания наблюдаемого направле-

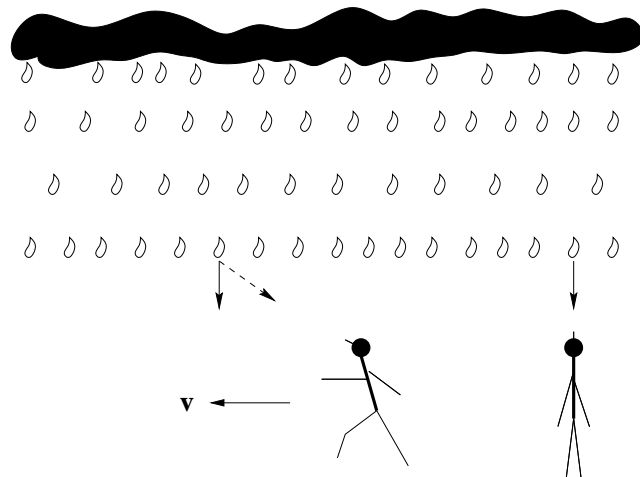


Рис. 1.24: Изменение направления воспринимаемого движения.

ния получения сигнала. Понять это просто, если использовать аналогию с общеизвестными природными явлениями – дождем или снегом (Рис. 1.24) Если в безветренную погоду вы взглянете строго вверх на тучу, из которой начинает идти дождь, то вы увидите падение на вас капель точно сверху (направление получения "сигнала"). Если же вы бежите (а лучше вспомните поездку на машине в снежный день), то направление прилета капель (направление получения "сигнала") будет далеко впереди по ходу движения и может даже не совпадать с реальной тучей. Однако, горизонтальный фронт дождя либо достиг земли (факт получения "сигнала"), либо нет, и от вашего движения в данной точке земной поверхности этот факт не зависит (см. рис. 1.24).

Рассмотрим теперь некоторые спекулятивные построения СТО. Так, нереальным в СТО является рассмотрение бесконечных систем, например, проводника с током при "объяснении" появления дополнительного объемного заряда (игра на бесконечностях). В действительности проводник может быть только замкнутым (конечным). В этом случае объяснение не только мето-

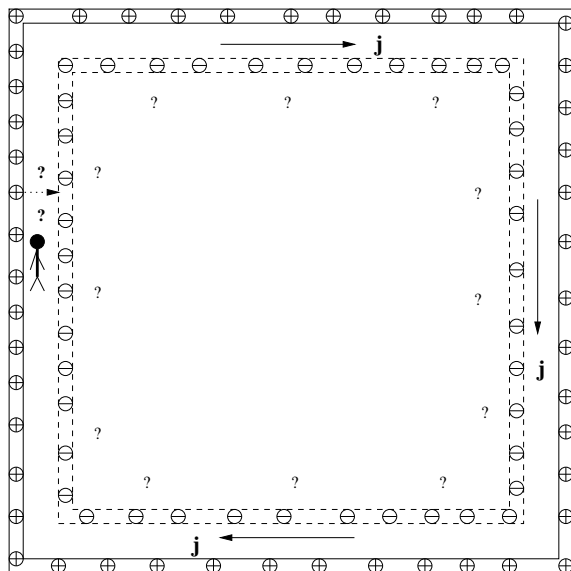


Рис. 1.25: Парадокс рамки с током.

дически сложно, но и противоречиво. Рассмотрим квадратную рамку с током, например, сверхпроводящую. Величина заряда каждого электрона и иона инвариантна, общее количество частиц тоже неизменно. Как же тогда может измениться плотность зарядов? Рассмотрим движение электронов с точки зрения "системы ионной решетки" (Рис. 1.25). Согласно СТО "электронная рамка" должна уменьшиться в размерах (сокращение длин из-за движения электронов на каждом прямолинейном участке). Казалось бы вследствие симметрии задачи "электронная рамка" должна войти внутрь "ионной рамки". Тогда мы имели бы вблизи проводника странно несимметричное поле (дипольного типа). Кроме того, при большой скорости электронов они могли бы оказаться с ионами по разные стороны от наблюдателя. Совершенно непонятно, как такой переход через наблюдателя (перпендикулярно движению частиц!) мог бы произойти? И за счет каких сил

удерживались бы вместе в потоке заряженные электроны (да и ионы) и не разлетались бы в разные стороны? Даже если для одной стороны квадрата воспользоваться подгоночной неопределенностью СТО (к какому концу происходит сокращение?), то все вопросы остаются для других сторон квадрата.

Система часов и линеек СТО спекулятивна теоретически и неудобна практически, так как предполагает, что все сведения собираются и анализируются (интерпретируются!) когда-то позже. Однозначность взаимосвязи классических Ньютоновых и релятивистских Лоренцовых координат не означает автоматическую непротиворечивость последних (в этом, физическом смысле, состоит отличие физики от математики). Например, вместо скорости света можно было бы использовать во всех формулах СТО скорость звука в воздухе и рассматривать движения на Земле в покоящемся воздухе с дозвуковыми скоростями. Однако, противоречивость подобных преобразований (для времени) сразу была бы обнаружена на опыте. Это демонстрирует опасность формально-математических аналогий для физики.

Сделаем теперь несколько замечаний общего характера. Вся кинематика СТО следует из инвариантности интервала $dr^2 - c^2 dt^2 = inv$. Однако, мы видим, что это выражение записано для пустого пространства. В среде скорость света непостоянна, может быть анизотропна, да и не любой частоты свет может распространяться в данной конкретной среде (вспомним про затухание, поглощение, отражение, рассеяние). Ни в одном разделе физики свойства явлений в пустоте не переносятся автоматически на явления в других средах (например, в жидкостях – гидродинамические и другие свойства; в твердых телах – упругие, электрические и другие свойства), то есть они не детерминируются свойствами пустого пространства. И только СТО претендует на подобное всеобщее "клонирование" свойств.

Вообще говоря, свойства света, внутренне противоречивые и взаимоисключающие, в СТО просто запостулированы. Поэтому неправомерным является утверждение Фока [36] о том, что свет – более простое явление, чем линейка. Классическое время (или

время, детерминируемое бесконечно удаленным источником на серединном перпендикуляре к линии движения) обладает важным преимуществом: мы заранее знаем, что оно везде одинаково и не требуется делать никаких расчетов или рассуждений, затрагивающих предысторию процесса или свойства пространства. Фактически СТО в качестве одного из эталонов использует скорость света. Напомним, что в классической кинематике два эталона: длины и времени. Поскольку введение эталона – это определение, то его свойства не подлежат обсуждению [19]. В результате все, что связано с распространением света, перестает в СТО быть прерогативой опыта. А так как все выкладки в СТО написаны только для событий – вспышек света, то СТО оказывается логически непоследовательной (не говоря о том, что "использование" свойств света в вакууме голословно распространено на все иные явления).

В книге Фейнмана [34] говорится с сарказмом о философах и зависимости результатов от системы отсчета, но не подчеркивается, что, несмотря на любую "кажимость", предметы имеют реальные объективные характеристики. Например, человек с большого расстояния может казаться размером с муравья, но это не означает, что он действительно уменьшился (все приборы принято градуировать именно под объективные характеристики). Рассуждение об относительности всех величин кажется правдоподобным, но (!) как только время в СТО стало относительным, а скорость взаимодействия конечной, само понятие относительной величины для пространственно разделенных объектов становится неопределенным (зависит от пути соединения, не связано причинно, зависит от системы наблюдения и т.д.). Определение всех величин относительно "далеких звезд" бессмысленно, так как мы видим "никогда не существовавшую реальность". Например, α -центавра была в этом месте и с такими свойствами 4 года назад, другие звезды были такими десятки и сотни лет назад, а отдаленные галактики – миллиарды лет назад. Тогда относительно чего определять величины? Ясно, что относительные величины могут определяться только по отношению к локальным харак-

теристикам пространства (единственная мгновенная причинная связь).

Важное замечание касается понятия относительности, которое даже вошло в название теории СТО. Вопреки идеям Галилея об изолированности системы, в СТО осуществляется обмен световыми импульсами между системами. Понятие относительности доведено в СТО до абсурда и утратило физический смысл: фактически выделяется система с несколькими объектами (как правило, двумя), а вся остальная реальная Вселенная удаляется. Если уж возможно в СТО постулировать подобную абстракцию, то тем более можно просто постулировать независимость процессов внутри выделенной системы от скорости движения системы относительно оставшейся от всей Вселенной "пустоты". Но, даже несмотря на такое абстрагирование, "реальных" относительных величин для тел (\mathbf{r}_{ij} , \mathbf{v}_{ij} и т.д.) все равно не появится. Действительно, ответная реакция тела i на попытку изменить его состояние определяется локальными характеристиками: состоянием тела i и полей в данной точке пространства. Но происшедшие с телом i изменения скажутся на других телах j только через некоторые промежутки времени Δt_j . Таким образом, все изменения величин должны определяться относительно локального места (или локальных характеристик). А это и есть проявления абсолютного пространства Ньютона. Вопрос о том, существуют ли в этом абсолютном пространстве выделенное направление и выделенное начало отсчета (движущееся или покоящееся) – это совершенно другой вопрос. В абстрактных (модельных) теориях он может быть постулирован, например, из соображений удобства теории, а для нашей единственной реальной Вселенной должен решаться экспериментально. Понятие абсолютного времени в классической Ньютоновой физике тоже было предельно четким. Время должно быть равномерным и независимым от любых наблюдаемых в системе явлений. Именно таким свойством обладает время, синхронизуемое бесконечно удаленным периодическим источником на серединном перпендикуляре. (Напротив, в СТО время не является независимой величиной: оно связа-

но с состоянием движения системы \mathbf{v} и с координатами, например, соотношением $c^2t^2 - r^2 = \text{constant}$.) Для равномерного хода времени выбор начала отсчета времени произволен. Для единого описания явлений и сопоставимости результатов масштабы (единицы измерения) для всех систем должны быть одинаковы. Равномерность хода времени автоматически обеспечивает наибольшую простоту описания явлений и для базисного понятия времени позволяет ввести его эталонное определение.

Сделаем еще несколько методических замечаний. Вообще говоря, в СТО метод сравнения явлений в двух разных инерциальных системах предполагает, что обе эти системы существовали бесконечно долго. Однако, всегда инерциальные системы "привязаны" к конкретным телам и существовали лишь конечное время. Тогда в каждом конкретном случае требует изучения вопрос: "стерлась" ли уже предыстория образования этих систем (ее влияние)?

Совершенно неадекватны действительности евклидовы аналогии с проекциями в книге [32]. Проекция – это лишь абстрактный способ описания, сам же предмет при поворотах не изменяется. В СТО, напротив, при изменении движения наблюдателя (!) мгновенно меняются характеристики объекта (даже удаленного).

Предельный переход от преобразований Лоренца к преобразованиям Галилея (для времени $t = t' + vx'/c^2$) показывает, что Ньютоновская механика – это не просто предел малых скоростей $\beta = v/c \ll 1$, а требуется другое условие: $c \rightarrow \infty$. Но тогда для многих величин в СТО нет предельного перехода к классическим величинам (см. ниже, а также [49]).

Свойство максимальной однородности пространства-времени может быть атрибутом либо идеального математического пространства и времени Ньютона (фактически являющегося "надстройкой свыше"), либо модельного пространства (например, с невзаимодействующими на расстоянии материальными точками). Попытка опираться на названное свойство в теории относительности как на принципиальное свойство реального про-

странства и времени является искусственной. Во-первых, даже в земных масштабах мы не можем произвольно менять точки пространства, моменты времени, направления осей и скорости инерциальных систем: вспомним ограниченность земного пространства, вращение Земли, гравитационное поле, влияние Луны, электрическое, магнитное, температурное поля и др.. И это достигнутые реальные практические ограничения, а не принципиальные ограничения где-то при релятивистских скоростях и огромных масштабах Вселенной. Впрочем, в масштабах Вселенной с реальными объектами и гравитационными полями это свойство также не подтверждается (модель равномерного "желе" не описывает реальную Вселенную). Во-вторых, кроме вида уравнений, решение математически еще детерминировано граничными и начальными условиями. Это также практически, на реальных конечных масштабах, препятствует любым сдвигам и изменениям (либо нужно дополнительно менять накладываемые условия). Как с претензиями ТО подходить к существующим нелинейным свойствам и уравнениям? Даже само понятие "относительность" не допускает обобщения (скорее сужение) для реального пространства с тяготением (это подчеркивал Фок [36]: термин общая теория относительности неадекватен).

Принцип относительности (в любой форме) предполагает, что "не выглядывающая" за пределы системы нельзя обнаружить ее равномерное движение. Раньше роль всепроникающей среды для возможного обнаружения такого движения выполнял эфир. Заметим, речь шла не об обнаружении абсолютного движения, а только движения относительно эфира, то есть "не выглядывающая" наружу можно было сравнить эти движения. Но даже с "отменной" эфира по современным представлениям остается "кандидат" с аналогичными свойствами – гравитационное поле (принципиально неэкранируемое). Например, из анизотропии реликтового излучения, при дополнительной гипотезе о равенстве скорости распространения гравитационных взаимодействий и скорости света, может следовать анизотропия гравитационного поля (всепроникающего). Таким образом, неравноправие инерциаль-

ных систем в макромасштабах может быть в принципе обнаружено "не выглядывающая" наружу даже в локальной точке. Теоретически этого можно избежать при гипотезе, что скорость гравитационных взаимодействий много больше скорости света, тогда изотропия могла бы установиться.

1.8 Выводы к Главе 1

Данная Глава 1 была посвящена общефизическим вопросам и систематической критике релятивистской кинематики. При этом подробно анализировалось множество логических и методических противоречий СТО. Если бы эта теория содержала только методические неточности, то можно было бы ее откорректировать, ввести дополнительные разъяснения, уточнения, добавления и т.д.. Однако, наличие логических противоречий сводит "на нет" любые результаты любой теории и СТО здесь не может быть исключением (хотя на практике наблюдается уж слишком нетребовательное отношение к СТО по сравнению с любой другой теорией).

Кратко резюмируем все вышесказанное. В настоящей главе были детально проанализированы такие базисные понятия как "пространство", "время" и "относительность одновременности". Логическая несостоятельность базового понятия времени в СТО была показана на основе следующих противоречий: модифицированного парадокса близнецов, n близнецов, парадокса антиподов, парадокса времени и др.. Далее была продемонстрирована возможность введения единого абсолютного времени независимого от скорости движения систем с помощью периодического бесконечно удаленного источника, расположенного перпендикулярно плоскости (линии) движения.

Затем на многочисленных примерах была показана противоречивость релятивистского понятия длины (движение креста, вращение круга, сокращение расстояний, ременная передача, неопределенность направления сокращения, рамка с током и др.). Подробно были рассмотрены противоречия СТО для задач

скольжения стержня по плоскости, поворота летящего стержня, парадокс нелокальности, предельный переход к классике и т.д..

В Главе 1 был обсужден истинный смысл преобразований Лоренца и инвариантности интервала, подробно рассмотрено противоречие "относительности одновременности" полемому подходу, опирающемуся на конечность скорости распространения взаимодействий. Также подробно обсуждены противоречия преобразований Лоренца и релятивистского закона сложения скоростей. Кроме того, в Главе 1 подробно критически обсуждается гиперболизация самого понятия относительной величины и свойства однородности пространства-времени.

Итоговый вывод Главы 1 заключается в необходимости возврата к классическим базисным понятиям пространства и времени, линейному закону сложения скоростей и классическому смыслу всех производных величин. Вопросы экспериментального обоснования кинематики СТО и вопросы релятивистской динамики будут подробно рассмотрены соответственно в Главах 3 и 4. В следующей главе будут затронуты вопросы кинематики неинерциальных систем.

Глава 2

Основы общей теории относительности

2.1 Введение

В предыдущей главе была доказана логическая противоречивость кинематики специальной теории относительности (СТО). Это заставляет вернуться к классическим понятиям пространства и времени. Поскольку релятивисты заявляют, что СТО является предельным случаем общей теории относительности (ОТО) в отсутствие гравитации, то сразу же возникают сомнения и в справедливости кинематики ОТО. В отличие от СТО ОТО содержит довольно интересные идеи, например, принцип эквивалентности выраженный через идею "геометризации". (Заметим, что неверность геометризации электромагнитных полей сразу очевидна: опыт показывает, что нейтральные частицы не чувствуют "электромагнитное искривление пространства".) Если бы базис ОТО был верен, ОТО могла бы претендовать на статус научной гипотезы о поправках к статическому закону тяготения Ньютона. Однако это не так и теория гравитации должна строиться на другой основе. Справедливости ради надо отметить, что ОТО, в отличие от СТО, никогда не была общепризнанной безальтернативной теорией. Поток справедливой критики этой

теории не прекращался с самого начала ее возникновения. Существует несколько хорошо продвинутых альтернативных теорий (например, [11,18]). Хотя мы не будем анализировать кроме ОТО иные теории, следует заметить, что теории, "играющие" в изменение свойств пространства и времени и имеющие своим предельным случаем релятивистскую кинематику СТО уже очевидно сомнительны.

Основная цель настоящей Главы 2 – критика базисных понятий ОТО. Здесь будет продемонстрирована логическая противоречивость понятий пространства и времени ОТО. В Главе 2 шаг за шагом показываются правдоподобно скрываемые ошибки и спорные моменты из учебников [3,17,38]. Кроме общепризнанных интерпретаций ОТО мы будем также рассматривать некоторые "релятивистские альтернативы", чтобы прикрыть возможные лазейки для спасения этой теории. Обсуждаются вопросы синхронизации времени и принцип Маха, обращается внимание на сомнительные следствия из ОТО.

2.2 Критика основ общей теории относительности

Многие трудности ОТО общеизвестны:

- 1) нарушен принцип соответствия (без введения искусственных внешних условий не существует предельного перехода к случаю без гравитации);
- 2) отсутствуют законы сохранения;
- 3) относительность ускорений противоречит экспериментальным фактам (вращающиеся жидкости в космосе имеют форму эллипсоидов, в то время как невращающиеся – шара);
- 4) существуют сингулярные решения.
(Обычно, любая теория считается в подобных случаях неприменимой, но теория относительности для сохранения своего "всеобщего характера" начинает строить фантастические образы: черных дыр, Большого взрыва и т.д.)

Общие замечания

Рассмотрим общие претензии к ОТО. Начнем с мифа "о необходимости ковариантности". Однозначное решение любого дифференциального уравнения определяется кроме формы уравнения еще заданием начальных и/или граничных условий. Если они не заданы, то в общем случае ковариантность либо ничего не определяет, либо при изменении характера решения может привести к физической бессмыслице. Если же задаются начальные и/или граничные условия, то при подстановке решений мы получаем тождества, которые и так останутся тождествами при любых правильных преобразованиях. Кроме того, для любого решения можно придумать уравнения, инвариантные относительно некоторого заданного преобразования, если определенным образом поменять начальные и/или граничные условия.

Часто в ОТО используются аналогии с подпространствами, например, используют свернутый плоский лист. Однако, подпространство нельзя рассматривать отдельно от пространства в целом. Например, при свертывании листа в цилиндр обычно переходят для удобства в цилиндрическую систему координат, однако это математическое преобразование вовсе не влияет на реальное трехмерное пространство и реальное кратчайшее расстояние.

Простота аксиом и минимальность их количества еще не гарантируют правильность решения: даже доказать эквивалентность решений ОТО – трудная задача. Количество предпосылок, с одной стороны, должно быть достаточным для получения правильного однозначного решения, и, с другой стороны, должно обеспечивать широкие возможности выбора математических методов решения и сопоставления (у математики – свои законы). В ОТО, наряду с искусственным усложнением математических процедур, фактически введено дополнительное число "скрытых подгоночных параметров" из компонент метрического тензора. Так как реальное поле и метрика в ОТО неизвестны и требуют определения, то результат просто подгоняется под нужный с использованием малого числа реально разных опытных данных

(вначале подглянули в ответ, а потом ”с умным видом” считаем, что все так и должно быть в теории).

Если в СТО делалась хотя бы попытка экспериментально подтвердить постоянство скорости света и теоретически доказать равенство интервалов, то в ОТО даже таких попыток не сделано. Поскольку в ОТО в общем случае не имеет смысла $\int_a^b dl$, так как результат может зависеть от пути интегрирования, то могут не иметь смысла все интегральные величины и выкладки, использующие интегралы.

Множество вопросов заставляет сомневаться в правильности ОТО. Если общековариантность уравнений необходима и однозначна, то какой может быть предельный переход к классическим уравнениям, которые не общековариантны? В чем смысл гравитационных волн, если понятие энергии и ее плотности в ОТО не определено? И что (в отсутствие понятия энергии) выражает тогда групповая скорость света и конечность скорости передачи сигналов?

Степень общности законов сохранения не зависит от способа их получения (с помощью преобразований из физических законов или из симметрий теории). Получение интегральных величин и использование интегрирования по поверхности может приводить к иным результатам в случае движения поверхности (например, результат может зависеть от порядка предельных переходов). Отсутствие в ОТО законов сохранения энергии, импульса, момента количества движения и центра масс, которые подтверждены многочисленными экспериментами и работают на протяжении веков, заставляет весьма серьезно сомневаться в ОТО (следуя принципу непрерывности и преемственности развития науки). ОТО же пока еще ничем себя не зарекомендовала, кроме глобалистских претензий на принципиально экспериментально непроверяемую теорию эволюции Вселенной и нескольких весьма сомнительных подгонок под скудную экспериментальную базу. Еще больше заставляет сомневаться в ОТО следующий факт: для одной и той же системы (причем только ”островного” типа) с использованием вектора Киллинга ино-

гда можно ввести некоторое подобие понятия энергии. Однако, при этом нужно пользоваться только линейными координатами, но нельзя, например, полярными. Не может же вспомогательный математический аппарат влиять на сущность одной и той же физической величины. И, наконец, нелокализуемость энергии и возможность "самопроизвольного" ее несохранения даже в масштабах Вселенной (это неприкрытый "вечный двигатель") заставляют полностью отказаться от ОТО и либо пересматривать концепцию "с нуля", либо использовать иные развиваемые подходы. Перейдем теперь от общих замечаний к более конкретным вопросам.

Геометрия пространства

Вопрос о возможности изменения геометрии пространства в ОТО совершенно некорректен. Конечность скорости передачи взаимодействий может менять только физические, а не математические законы. Не будем же мы утверждать, что прямая не существует, так как для ее проведения в бесконечность даже со скоростью света потребуются бесконечное время (аналогично для плоскости и пространства). Математический смысл производных тоже не может меняться. Одна из демонстраций ОТО "о неизбежности изменения геометрии в неинерциальной системе" состоит в следующем: во вращающейся системе отсчета, вследствие сокращения длин, отношение длины окружности к ее диаметру будет меньше π . Заметим, что никто не смог нарисовать для данного случая "новую геометрию": невозможно изобразить несуществующее. На самом деле не меняется не только истинная, но даже наблюдаемая геометрия: не будет же математическая линия передвигаться или меняться при нашем движении. Хотя в теории относительности радиус, перпендикулярный движению окружности, меняться не должен, тем не менее предположим вначале, что окружность будет двигаться радиально. Пусть имеем три концентрических окружности почти одинакового радиуса (Рис. 2.1). Поместим на них наблюдателей

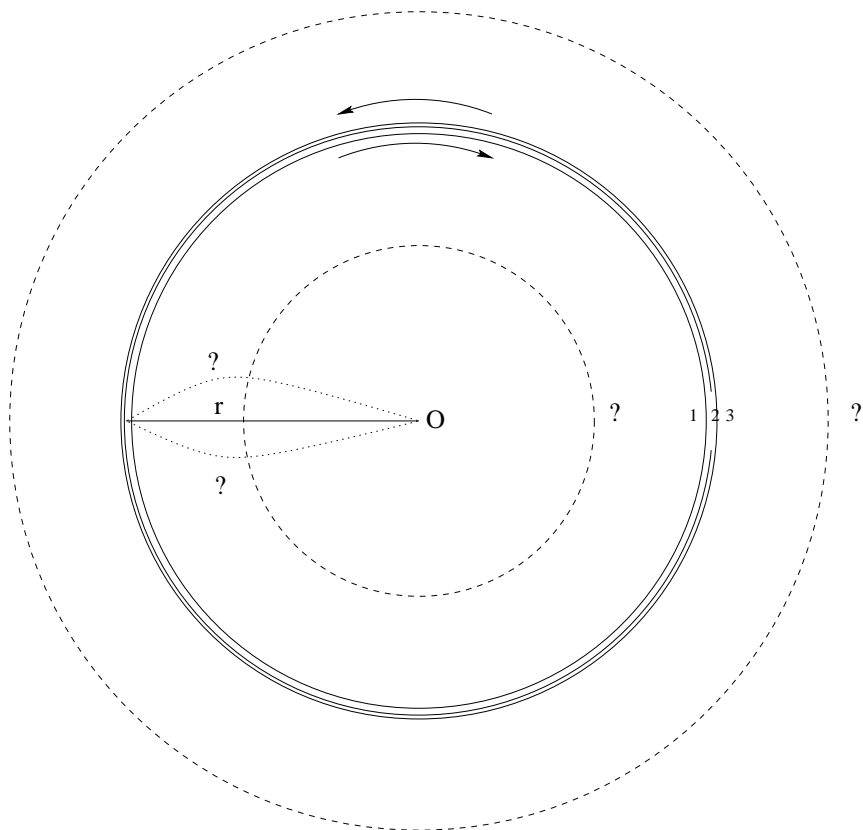


Рис. 2.1: Геометрия вращающейся окружности.

и пронумеруем их по порядку от центра: 1, 2, 3. Пусть второй наблюдатель будет неподвижен, а 1-й и 3-й вращаются вокруг центра O по и против часовой стрелки с одинаковой угловой скоростью. Тогда, вследствие различия относительных скоростей и сокращения длин наблюдатели поменяются местами. Однако, когда они окажутся в одной точке пространства они увидят разную картину. Действительно, 1-й наблюдатель увидит следующее расположение от центра: 3, 2, 1, в то время как 2-й наблюдатель увидит иной порядок: 1, 3, 2, и только 3-й наблюдатель увидит первоначальную картину: 1, 2, 3. Имеем противоречие. Предположим теперь, что изменилась геометрия вращающейся плоскости. Однако, что тогда предпочтительнее: верх или низ? Задача ведь симметрична, куда же выгнулась плоскость? Если сделать последнее предположение, что искривился радиус (как меняется видимое движение в неинерциальной системе), то 2-й наблюдатель увидит его неискривленным, а 1-й и 3-й будут считать его "искривленным" в разные стороны. Таким образом, три наблюдателя видят в одной и той же точке для одного и того же пространства разную картину, следовательно искривление не объективно (и не может быть объектом научного изучения).

Вращающаяся окружность доказывает противоречивость идей СТО и ОТО. Действительно, согласно учебникам, перпендикулярный движению радиус не изменяется. Следовательно, окружности останутся на своих местах независимо от движения. Посадим на неподвижной окружности эквидистантно наблюдателей и дадим точечную вспышку из центра окружности, чтобы наблюдатели нанесли штрихи на движущуюся окружность в момент прихода сигнала (Рис. 2.2). Вследствие симметрии задачи, штрихи также будут эквидистантными. При последующих периодических вспышках каждый наблюдатель подтвердит, что в момент вспышки мимо него проходит штриховая метка (при соответствующей периодичности вспышек), то есть длины участков неподвижной и вращающихся окружностей равны. При остановке окружности метки останутся на своем месте. Число эквидистантных меток (равное числу наблюдателей) не изменится.

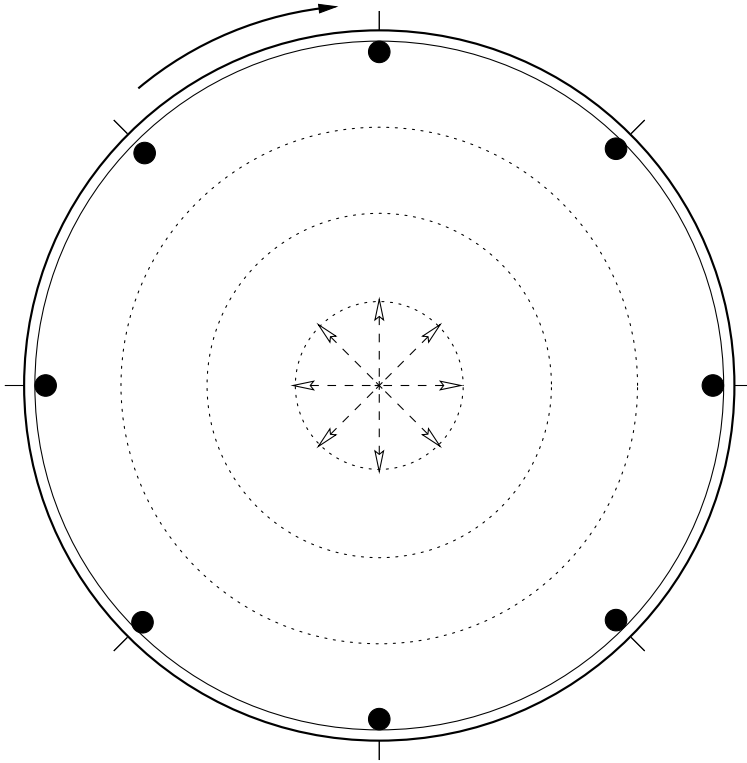


Рис. 2.2: Эквидистантные наблюдатели на окружности.

Следовательно, в неподвижном случае длины участков также равны. Таким образом, никакого сокращения длин (и изменения геометрии) не было вовсе.

Рассмотрим опять вопрос о геометрии пространства, но с другой стороны. Этот вопрос совершенно запутан еще со времен Гаусса, который хотел определять геометрию с помощью световых лучей. Не может же ограниченность того или иного опыта влиять на идеальные математические понятия. Заметим, что свет в ОТО движется даже не по кратчайшей линии: вместо принципа Ферма $\delta \int dl = 0$ в ОТО имеем [17]: $\delta \int (1/\sqrt{g_{00}})dl = 0$, где $g_{\alpha\beta}$ – метрический тензор. Чем же в таком случае выделен свет? Часто в учебниках ”обосновывается” необходимость изменения геометрии следующим образом: чтобы свет вычертил замкнутый треугольник в гравитационном поле, зеркала должны быть повернуты на некоторый угол, в результате сумма углов треугольника будет отличаться от π . Однако, для любого точечного тела и 3-х отражателей в поле тяжести (см. Рис. 2.3) можно записать сумму ”углов”:

$$\sum \beta_i = \pi + 4 \arctan \left(\frac{gL}{2v_0^2} \right) - 2 \arctan \left(\frac{gL}{v_0^2} \right).$$

Получается, что геометрия одного и того же пространства зависит от условий опыта: от L и v_0 . Поскольку угол α между зеркалами A и B также можно менять (на нашем рисунке он нулевой $\alpha = 0$), получаем возможность искусственного изменения геометрии в широких пределах. Заметим, что переменные параметры α и L остаются и для света. В подобных ”правдоподобных” доказательствах о необходимости изменения геометрии не подчеркиваются некоторые моменты. Во-первых, как в опыте с материальными точками, так и со светом геометрия ”вычерчивается” не мгновенно, а последовательно в течение некоторого времени. Во-вторых, для ускоренных систем частицы (и свет) движутся в вакууме прямолинейно по закону инерции и, фактически, на это движение аддитивно накладывается движение границ этой ускоренной системы. Все углы падения (в лабораторной

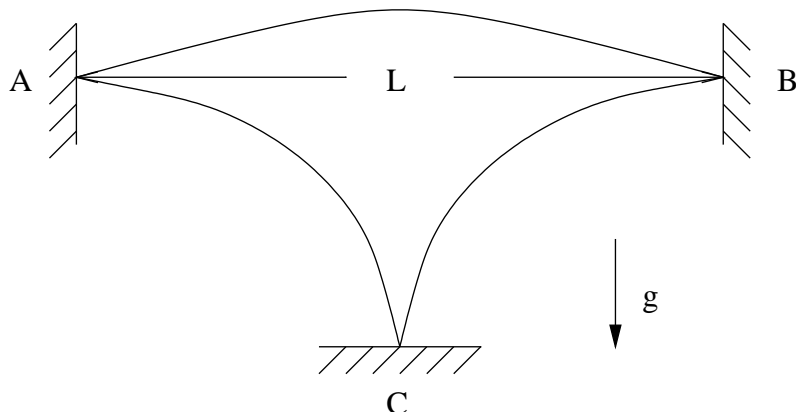


Рис. 2.3: "Геометрия треугольника".

системе) равны соответствующим углам отражения и "геометрия углов" не меняется совершенно. Просто фигура получается незамкнутой за счет движения границ. В-третьих, роль границ совершенно не раскрывается при определении соотношений между длинами реальных тел. Например, если все точки реального тела подвержены действию одинаковой ускоряющей силы, то взаимное соотношение длин и углов ("геометрия") остается неизменным. Если же ускорению подвержены только границы, то все реальные изменения размеров тел происходят только при взаимодействии с границами. В любом случае можно провести Евклидовы прямые линии. Например, для проведения горизонтальной прямой в гравитационном поле возьмем два одинаковых длинных стержня (Рис. 2.4). Точечную опору для первого стержня установим посередине стержня. В результате прогиба стержня образуется выпуклая вверх линия. Две точечные опоры для второго стержня установим на уровне двух опустившихся концов первого стержня. В результате прогиба второго стержня образуется выпуклая вниз линия. Средняя линия между этими двумя выгнувшимися стержнями определяет прямую линию.

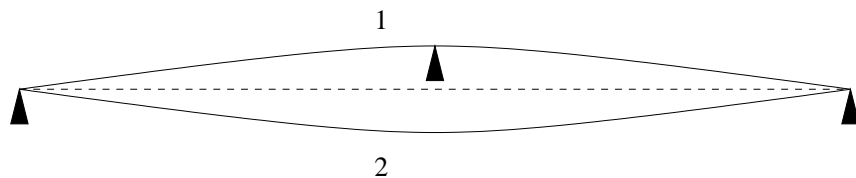


Рис. 2.4: Проведение прямой в поле тяжести.

Принцип эквивалентности

Перейдем теперь к следующему важному понятию ОТО – эквивалентности гравитационного поля некоторой неинерциальности системы. В отличие от любых неинерциальных систем гравитационное поле обладает уникальным свойством: все движущиеся объекты отклоняются в нем к одному центру. Если запустить два луча между двумя идеальными параллельными зеркалами перпендикулярно к зеркалам, то в инерциальной системе они будут бесконечно двигаться параллельно друг другу. Аналогичная ситуация будет при ускорении в неинерциальной системе, если зеркала ориентированы перпендикулярно направлению ускорения. Напротив, в гравитационном поле при аналогичной ориентации зеркал лучи начнут сближаться (Рис. 2.5). И уж если какой-то эффект будет измерен за время наблюдения, то, вследствие большой величины скорости света, наличие именно гравитационного поля (а не неинерциальность) также может быть идентифицировано. Очевидно, что учитывать искривление зеркал не следует, так как кроме гравитационных сил существуют другие силы, которые могут удерживать взаимную конфигурацию зеркал. Отличие сферической симметрии от плоской может быть установлено и для слабых гравитационных полей. Вывод ОТО о возможности исключения гравитационного поля для некоторой инерциальной системы в течение всего времени наблюдения в общем случае неверен.

Принцип эквивалентности гравитации и ускорения может иметь отношение только к одной точке пространства, то есть нереален: это, например, уже приводило к неверному вычисле-

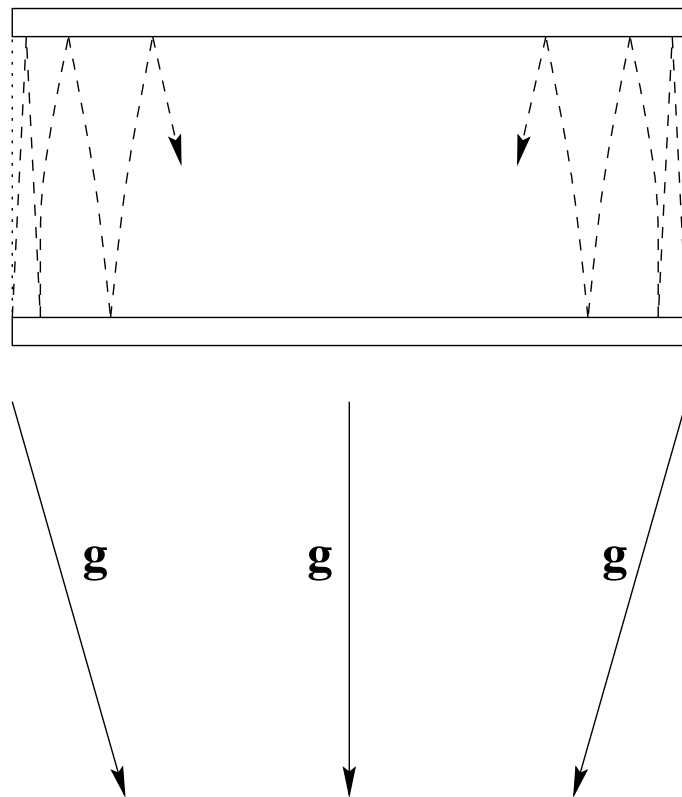


Рис. 2.5: Сближение параллельных лучей в гравитационном поле.

нию отклонения луча света в поле тяготения (только потом Эйнштейн подправил коэффициент в два раза). Принцип эквивалентности инертной и тяжелой масс в ОТО может быть строго сформулирован тоже только для одного отдельного тела (так как ОТО включает взаимосвязь пространства-времени и всех тел, то он нереален в ОТО). Поэтому физически ОТО не может иметь предельного перехода ни к одной нерелятивистской теории (а лишь формально математически). Все линейные преобразования СТО и ОТО относятся к пустому пространству, так как реальные тела (даже в качестве реперных точек) вносят нелинейности в свойства пространства. Поэтому различие явлений при переходе в другую систему отсчета должно изучаться строго в одной точке пространства и времени. Но как в одну точку поместить двух разных наблюдателей? Следовательно, все задачи СТО и ОТО могут носить только приближенный модельный характер (без глобализма).

Нет ничего удивительного в том, что одна и та же величина – масса – может участвовать в разных явлениях: как мера инертности при воздействии любых сил, включая гравитационные, и как тяготеющая масса (например, движущийся заряд создает и электрическое и магнитное поле). Вопрос о точном равенстве гравитационной и инертной масс совершенно надуман, поскольку это равенство зависит от выбора численной величины гравитационной постоянной γ . Например, в случае пропорциональности $m_g = \alpha m_{in}$ все законы будут теми же, но с другим определением гравитационной постоянной $\gamma' = \alpha^2 \gamma$. Не стоит искать здесь мистику и строить образы искривленного пространства. Подстановка одной и той же величины как для тяготеющей, так и для инертной масс производится не только в ОТО, но и в теории тяготения Ньютона. Просто это опытный факт.

Когда говорят [36], что форма уравнений зависит от свойств пространства-времени, то в этом есть некоторая спекуляция. Создается впечатление, что мы как-то можем изменить это самое пространство-время для проверки данной зависимости. На самом деле мы имеем Вселенную в единственном числе. Попытка

ОТО усложнить любое частное (локальное) явление добавлением сложности всей Вселенной не является позитивной для науки. Другое дело выбор локальных координат для математического описания локального явления (в этом случае конкретные симметрии явления упрощают описание), и глобализм опять ни при чем.

Использование неинерциальных систем в ОТО внутренне противоречиво. Действительно, во вращающейся системе достаточно удаленные объекты будут двигаться со скоростью, большей скорости света, а ведь СТО и ОТО утверждают, что видимые скорости должны быть меньше c . Однако, экспериментальный факт: фотография неба с вращающейся Земли показывает, что наблюдается видимое твердотельное вращение (классическое). Использование вращающейся системы не противоречит классической физике при любом расстоянии объекта от центра, в то время как в ОТО величина компоненты g_{00} становится отрицательной, а это недопустимо в данной теории. Как же быть с наблюдениями в астрономии?

Время в ОТО

Понятие времени в ОТО также запутано до предела. Что же это за синхронизация часов, если она возможна только вдоль незамкнутых линий? Изменение момента начального отсчета времени при обходе по замкнутому пути – это явное противоречие ОТО, так как при большой скорости синхронизации можно сделать много подобных обходов и получить произвольное старение или омоложение. Например, представив вакуум (пустоту) вращающейся (если сами будем двигаться по кругу), мы можем получить разные результаты в зависимости от мысленного представления.

Если на мгновение поверить в зависимость времени ОТО от гравитационного потенциала и эквивалентность гравитации и неинерциальности (ускорения), то легко понять, что тогда время зависело бы от относительного ускорения (расширенное тол-

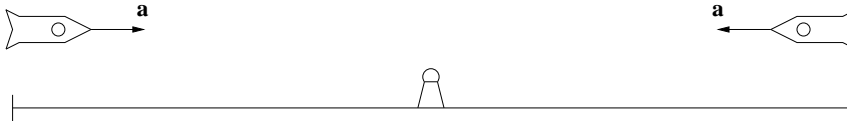


Рис. 2.6: Полет близнецов с ускорением.

кование). Действительно, разным гравитационным потенциалам должны тогда соответствовать разные ускоренные движения и наоборот. Но относительное ускорение имеет векторный характер (и "спрятать" его невозможно), то есть расширенное толкование ОТО – единственно возможное. Используя модифицированный парадокс близнецов [50], легко доказать независимость времени от ускорения в расширенном толковании ОТО. Пусть два астронавта-близнеца находятся на большом расстоянии друг от друга. По сигналу маяка, расположенного посередине, эти астронавты начинают слетаться к маяку с одинаковым ускорением (Рис. 2.6). Поскольку в ОТО время зависит от ускорения и ускорение носит относительный характер, каждый из астронавтов будет считать, что его брат-близнец более молодой. При встрече возле маяка они могут обменяться фотографиями. Однако, вследствие симметрии задачи результат очевиден: время течет в ускоренной системе так же как и в неускоренной. Да и кроме того, каждый из астронавтов (можно еще и третьего посадить на маяке) могут посылать друг другу сигналы о каждом своем дне рождения. До встречи возле маяка их всех пересечет одинаковое количество световых сфер (спрятаться сферам негде). Неужели, получив за минуту до встречи "телеграмму" о пятидесятилетии брата, другой брат будет поздравлять его с пятилетием (может, провериться у окулиста)? Если считать гравитационное поле эквивалентным ускорению (согласно ОТО), то получаем, что промежутки времени не зависят от наличия гравитационного поля. Например, расширенное толкование о зависимости промежутков времени от ускорения легко опровергается следующим образом. Возьмем несколько человек в разных частях Земного

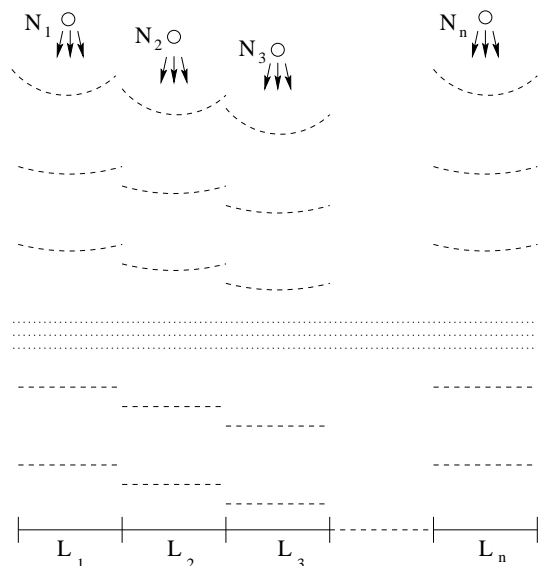


Рис. 2.7: Синхронизация времени на линии движения.

шара. Если воспользоваться эквивалентностью гравитационного поля и ускорения, то для имитации притяжения Земли они должны ускоряться от центра Земли, то есть в разных направлениях (вектора ускорений будут различаться направлениями). Следовательно, все относительные ускорения будут разными. Очевидно, что вследствие симметрии задачи возраст выбранных людей не будет зависеть от их местоположения.

Сделаем несколько замечаний относительно метода синхронизации времен с помощью удаленного периодического источника, расположенного перпендикулярно движению тела [47]. Начнем с инерциальных систем. Возможность синхронизации времени на ограниченных участках пути предоставляет возможность синхронизации времени по всей линии движения (Рис. 2.7). Действительно, если для каждого отрезка имеется произвольно удаленный периодический источник N_j , посылающий информа-

цию: свой порядковый номер N_j , количество прошедших секунд n_j (начало отсчета времени не согласовано с другими источниками), то наблюдатели на стыках отрезков могут сопоставить начало отсчета времени источника слева и источника справа. Передавая последовательно эту информацию от первого наблюдателя к последнему, можно установить единое начало отсчета времени (само же время, как показано в Главе 1 имеет абсолютный смысл [47]).

Очевидно, что наблюдаемая скорость передачи сигналов синхронизации не сказывается на определении длительности времен: импульсы (например, световые сферы или частицы), отмечающие число прошедших секунд, будут эквидистантно заполнять все пространство, и сколько их испускает источник, столько же будет достигать конечного наблюдателя. (Мы не боги, чтобы вводить "начало времен": время уже идет своим чередом и идет равномерно.) Даже если считать видимую скорость распространения сигналов $c = c(\mathbf{r})$, то, независимо от пути света, конечного наблюдателя (имеющего нулевую компоненту скорости в направлении источника) будет достигать то число сфер, которое испускает источник (просто сферы могут где-то пространственно сгущаться или разрежаться). Время, как длительность, будет восприниматься одинаковым. Таким образом, полная синхронизация возможна и при наличии пространственных неоднородностей (гравитационного поля).

Напомним теперь два известных опыта, срочно отнесенных релятивистами в пользу ОТО. В опыте Хефеля-Киттинга две пары цезиевых часов путешествовали на самолетах в западном и восточном направлениях и их показания сравнивались с покоившимися часами (при этом учитывалась "скоростная добавка" СТО, а в Главе 1 настоящей книги было доказано ее отсутствие). В опыте Паунда и Ребки с помощью эффекта Мессбауэра определялся сдвиг частот фотона при прохождении им некоторого пути в вертикальном направлении как вверх, так и вниз. В физике не принято дважды учитывать одно и то же влияние. Ясно, что ускорение и гравитация выражают некоторую силу, влия-

ющую на разные процессы. Но это будет общий результат действия именно сил. Например, не всякую перегрузку выдерживает человек, маятниковые настенные часы в невесомости идти не будут, но это не означает, что время остановилось. Поэтому грубый опыт Хефеля-Киттинга констатирует тривиальный факт, что гравитация и ускорение каким-то образом влияют на процессы в цезиевых атомных часах и высокая относительная точность этих часов для фиксированного места совершенно ни при чем. Кроме того, интерпретация опыта Хефеля-Киттинга противоречит "объяснению" опыта Паунда и Ребки, где предполагалось, что частота излучения "в единицах собственного времени атома" [3] не зависит от гравитационного поля. Кроме того, надо иметь в виду еще одну неопределенность ОТО: даже в отсутствие среднего поля \mathbf{g} могут существовать неизмеримые быстрые флуктуации поля (со скоростью, превышающей инерциальность измерительных приборов). Такая неопределенность будет существовать при любом \mathbf{g} : так как по формулам ОТО время зависит от гравитационного потенциала, то даже при нулевом среднем $\langle \mathbf{g} \rangle$ эффективный потенциал будет отличен от нуля. Можно ли придумать, хотя бы теоретически, точные часы, которые можно носить с собой? Возможно, вращающийся маховик с меткой (для отсутствия трения – на сверхпроводящей подвеске) и с осью, направленной вдоль градиента гравитационного поля (или вдоль равнодействующей силы для неинерциальных систем) мог бы отсчитывать точное время. По крайней мере не видно явных причин и механизмов изменения скорости вращения в этом случае. Конечно, для слабых гравитационных полей такие часы на современном этапе будут менее точны, чем цезиевые. Вне связи с критикой теории относительности выскажем гипотезу: распад отдельных атомов происходит анизотропно и эта анизотропия может быть привязана к направлению момента атома. В этом случае можно упорядочить моменты и заморозить атомную систему. Тогда показания таких "замороженных" цезиевых часов в гравитационном поле будут зависеть от их ориентации.

Вернемся теперь к синхронизирующим сигналам (например,

для одновременного измерения длин). Для прямолинейно движущейся ускоренной системы можно использовать сигналы от удаленного источника, находящегося перпендикулярно линии движения, а для участка окружности источник может находиться в ее центре. Эти случаи фактически охватывают все неинерциальные движения без гравитации. (Кроме того, для произвольного плоского движения можно воспользоваться удаленным периодическим источником, находящимся на перпендикуляре к плоскости движения.) Для реального гравитационного поля сферических тел при произвольном движении вдоль эквипотенциальных поверхностей можно пользоваться периодическими сигналами из центра гравитационного поля.

Заметим, что для доказательства противоречивости выводов СТО и ОТО об изменении длин и промежутков времени достаточно, чтобы точность идеального измерения этих величин могла принципиально превзойти величину предсказываемого СТО и ОТО эффекта. Например, при использовании синхронизирующего источника на серединном перпендикуляре к линии движения для точности времени синхронизации имеем: $\Delta t \approx l^2/(8Rc)$, где l - длина отрезка с синхронизованным временем, R - расстояние до синхронизирующего источника, то есть можно уменьшать Δt не только выбором большого радиуса световой сферы, но и выбором малого участка движения l . По формулам СТО о сокращении времени имеем для аналогичной величины: $\Delta t = l(1 - \sqrt{1 - v^2/c^2})/v$. Если при конечном R и заданной скорости v выбрать такое l , чтобы выполнялось неравенство

$$l/(8Rc) < (1 - \sqrt{1 - v^2/c^2})/v, \quad (2.1)$$

то выводы релятивистских теорий оказываются неверными.

Для системы, произвольно движущейся вдоль радиуса (проведенного от центра гравитационного поля) для синхронизации можно использовать свободно падающий периодический источник на перпендикуляре к линии движения. При этом R надо выбрать такое, чтобы поле практически не менялось (за счет закругления эквипотенциальной сферы) на этом расстоянии, и

соответствующее l из (2.1) вблизи точки, куда опущен перпендикуляр. Следовательно, выводы ОТО могут быть опровергнуты и в этом случае. Для наиболее важных частных случаев "всеобщие" выводы СТО и ОТО о сокращении расстояний как свойство самого пространства неверны. В самом общем случае кажется интуитивно вполне очевидным, что можно найти такое расположение периодического источника, чтобы сигнал пришел перпендикулярно движению и чтобы существовали такие R и l из (2.1), которые опровергают результаты ОТО. Нет совершенно никакой необходимости в "размазанной" системе отсчета и произвольно идущих часах: любое изменение реальных длин должно объясняться реальными силами; всегда возможно ввести систему взаимно неподвижных тел и единое время (хотя бы методом пересчета). Таким образом, пространство и время должны быть Ньютоновыми, независимыми от движения системы.

Некоторые следствия ОТО

Перейдем теперь к математическим методам ОТО и следствиям этой теории. Игры со свойствами пространства-времени приводят к тому, что в ОТО под вопросом оказывается применение вариационных методов: величины являются не аддитивными, преобразования Лоренца некоммутативны, интегральные величины зависят от пути интегрирования, даже не ясно как можно считать фиксированными конечные точки, если расстояния различны в разных системах отсчета.

Нелокализуемость (неэкранируемость) гравитации приводит к тому, что в ОТО для наличия законов сохранения (только в системах островного типа) принципиально важны условия на бесконечности (евклидовость вследствие отсутствия масс на бесконечности) [36]. Классический подход более последователен и полезен в теоретическом и практическом приложении: энергия определена с точностью до постоянной, так как физический смысл имеет только локальное изменение энергии между двумя точками перехода. Следовательно, условия на бесконечности ни

при чем.

Большое сомнение вызывает процедура линеаризации в общем виде, так как она может быть только индивидуальной. Говорится о стремлении к простоте, а даже времени вводят два типа: координатное и собственное. Часто производится подгонка под известный или интуитивный (классически) результат. Так один из знаков выбирается при расчете отклонения луча света, аналогично, для движения перигелия Меркурия [3] $du/d\varphi$ может иметь два знака, какой выбрать? Не говоря уже о том, что производится деление на $du/d\varphi$, а эта величина может быть и нулевой. Пишется о сложности пространственно-временных связей, а в итоге очень долго переходят к привычным математическим координатам, иначе не с чем сопоставить результаты. За что же шла борьба? За наукообразие?

До сих пор нет достаточных экспериментальных доказательств того, какова скорость передачи гравитационных взаимодействий: больше, меньше или в точности равна скорости света (что постулируется в ОТО). Например, Лаплас и Пуанкаре [23,86] считали, что скорость передачи гравитационных взаимодействий на несколько порядков превышает скорость света. По поводу отклонения света в гравитационном поле от прямолинейного движения надо сказать следующее. Уже из классической формулы $\mathbf{m}\mathbf{a} = \gamma m M \mathbf{r}/r^3$ следует, что любой объект, даже нулевой и отрицательной массы, будет падать в гравитационном поле. Для точного расчета отклонения луча света в гравитационном поле нужно учесть, что наличие градиентов плотности и температуры на пути луча вызывает изменение показателя преломления среды и, следовательно, искривление луча света. И уж если на расстоянии сотни метров вблизи земной поверхности эти эффекты вызывают мираж, то не учитывать их для луча от звезды, проходящего вблизи Солнца миллионы километров – это чистая спекуляция.

Смещение перигелия Меркурия – эффект, конечно, красивый. Однако, было бы интересно наблюдать его вблизи твердых тел (например, для спутников вблизи планет), чтобы можно бы-

ло однозначно оценить его величину. Дело в том, что движение Меркурия может вызывать на Солнце приливную волну, которая может в свою очередь влиять на смещение перигелия Меркурия. (В зависимости от скорости передачи гравитационных взаимодействий и "гидродинамических" свойств Солнца волна может как опережать, так и отставать от движения Меркурия.) В любом случае необходимо знать скорость передачи гравитационных взаимодействий для вычисления влияния прилива и других планет на характеристики орбиты Меркурия, чтобы можно было отделить чисто "гравитационный" эффект общей теории относительности (если этот "чистый" эффект вообще существует).

При расчете в ОТО смещения перигелия (из строгого решения для единственной притягивающей точки) создается впечатление, что мы знаем точные массы астрономических тел. На самом деле, если мы пользуемся ОТО как поправкой к теории Ньютона, то ситуация противоположная: стоит задача по видимому движению планет восстановить их точные массы, чтобы потом подставить их для проверки ОТО. Представим себе, что орбита планеты – круговая. В этом случае сразу очевидно, что период вращения в теории Ньютона уже будет взят с учетом невидимой прецессии, то есть перенормирован. Поэтому в теорию Ньютона уже входят перенормированные массы. Поскольку поправки ОТО во много раз меньше возмущающего влияния всех планет и влияния несферичности, восстановление точных масс в этой сложной задаче многих тел может существенно изменить описание всей картины движения. Это нигде не учтено.

Прообраз "черной дыры" в решении Лапласа, когда свет, движущийся параллельно поверхности, начинает как искусственный спутник Земли двигаться по кругу, отличается от идей ОТО. Ничто не запрещает свету с достаточно большой энергией покинуть тело перпендикулярно его поверхности. Нет сомнения, что такие лучи будут существовать (и по внутренним причинам и по внешним): например, падающие извне лучи по закону сохранения энергии смогут набрать энергию и при отражении покинуть такую "черную дыру". "Черные дыры" в ОТО – полная мисти-

ка. Если взять длинный стержень, то при движении его масса увеличится, а размеры уменьшатся (согласно СТО). Что, образуется "черная дыра"? Все небо станет заполненным "черными дырами", если быстро двигаться. А ведь этот процесс был бы необратим по ОТО. Например, для быстро движущегося света любой объект Вселенной – черная дыра (как же свет вообще еще существует?).

Напомним некоторые общеизвестные решения: 1) Шварцшильдовское решение описывает статическое центрально-симметричное "поле" в пустоте (заметим, что температурные характеристики отсутствуют, то есть $T = 0$); и 2) аксиально-симметричная метрика Керра определяет гравитационное "поле" вращающегося коллапсара. Наличие особенностей или многозначности решения означает, что как минимум в этих областях решение неприменимо. Такая ситуация имеет место с переменной сигнатуры пространства и времени для "черной дыры" в решении Шварцшильда и не стоит искать какого либо искусственного философского смысла. Физическая особенность в решении Шварцшильда при $r = r_g$ не может быть устранена чисто математическими преобразованиями: прибавление в этой точке бесконечности с другим знаком – это искусственная игра на бесконечностях, а для такой процедуры нужна физическая основа. (Ведь не устраняют же особенность в нуле искусственным прибавлением $\alpha \exp(-\lambda r)/r$, где λ - большая величина?)

Даже из ОТО следует ненаблюдаемость "черных дыр": время образования "черной дыры" будет для нас, как отдаленных наблюдателей, бесконечным. А поскольку коллапс не может закончиться, не имеют смысла решения, рассматривающие будто уже все произошло. Разделенность событий для внутреннего и внешнего наблюдателя бесконечным временем – это не "крайний пример относительности хода времени", а элементарное проявление противоречивости Шварцшильдовского решения. Этот же факт демонстрирует "неполнота" систем решений. Не ясно, что станет с законом сохранения заряда, если в "черную дыру" уйдет больше зарядов одного знака? Мистическое описание "мет-

рических приливных сил” [38] при приближении к ”черной дыре” неправомерно, так как это означало бы, что градиент гравитационной силы в пределах тела велик, а все идеи ОТО основаны на противоположных предположениях. Метрика Керра при наличии вращения также наглядно показывает несостоятельность ОТО: она математически строго дает несколько физически нереальных решений (те же операции, что и для Шварцшильдовской метрики не спасают положение).

ОТО содержит большое число сомнительных предпосылок и результатов. Перечислим некоторые из них. Например, требование для малых скоростей также и слабости гравитационного поля сомнительно: если посадить аппарат на массивную планету, неужели он не сможет стоять или медленно двигаться? Неужели, несмотря на температурные флуктуации не найдутся молекулы с малыми скоростями? Также рассмотрение центрально-симметричного поля в ОТО не имеет физического смысла: поскольку скорость может быть только радиальной, то не может быть не только вращений, но даже реальных температурных характеристик, то есть $T = 0K$. Поле в полости не получают единым образом, а просто постулируют две разные константы, чтобы не было особенностей. Излучение гравитационных волн для параболического движения (с эксцентриситетом $e = 1$) приводит к бесконечной потере энергии и момента импульса, что явно противоречит опытным данным.

Фактически ОТО может применяться только при слабых полях и слабых вращениях, то есть в той же области, что и Ньютонова теория тяготения. Вспомним, что аналогичное взаимодействие между движущимися зарядами отличается от статического закона Кулона. Поэтому, прежде чем применять статический закон тяготения Ньютона, его надо проверить для движущихся тел, а это – прерогатива опыта.

Обсудим еще один принципиальный момент, касающийся относительности всех величин в ОТО. Законы, записанные просто как уравнения, сами по себе ничего не определяют. Для решения любой задачи нужно еще знание конкретики: харак-

теристик тела (масса, форма и т.д.), начальных и/или граничных условий, характеристик сил (величина, направление, точки приложения и т.д.). Фактически задаются "реперные точки", относительно которых и изучаются последующие изменения величин (положения, скорости, ускорения и т.д.). Принципиальная относительность всех величин в ОТО противоречит опытам. Последующая искусственная попытка выводить ускорения (или вращения) относительно локальной геодезической инерциальной Лоренцевой системы – это просто подгонка к единственно работающим и экспериментально проверенным координатам абсолютного пространства (ОТО органически ничего подобного не содержит [18]).

Гравитационная постоянная не является математической константой, а испытывает вариации [9]. Следовательно, данная величина также может учитывать поправки к статическому закону тяготения Ньютона (например, не проведено анализа этих влияний при расчете смещения перигелия Меркурия). Вообще говоря, принцип близкодействия может оказаться для гравитации полезным (а может и нет, в зависимости от скорости передачи гравитационных взаимодействий) только в ограниченном числе случаев: при быстрых ($v \rightarrow c$) движениях массивных (одного порядка) тел вблизи друг друга. Автору неизвестны подобные практические примеры.

Подход ОТО к гравитации уникален: закрыться в кабине лифта, наслаждаясь падением, и не знать, что через мгновение расшибешься. Конечно, в реальности ситуация иная: мы всегда видим, куда и как мы движемся относительно притягивающего центра. Вопреки Тейлору и Уиллеру это и есть вторая "частица", вместе с наблюдателем – первой "частицей". Именно поэтому чисто геометрический подход к гравитации является временным ответвлением на пути физики (хотя, как расчетный инструмент может когда-нибудь оказаться полезным). И двум путешественникам в притче из книги [32] (якобы демонстрирующим подход геометрии искривленного пространства) нужно "совсем немного": желание двигаться от экватора именно вдоль меридианов по

шаровой поверхности Земли, а у остальных пяти миллиардов человек может не оказаться такого желания. В отличие от желания путешественников, сколько бы вы не пожелали не притягиваться к Земле или Солнцу и без усилия улететь в космос, вашего желания явно недостаточно. Подобное явление и отражает понятие силы (в данном случае силы тяжести). Геометрия не может ответить на вопросы: сколько типов взаимодействия реализуется в природе, почему только они, почему существуют локализованные массы, заряды, частицы, почему сила тяжести пропорциональна именно второй степени расстояния, почему те или иные конкретные физические постоянные реализуются в природе и на многие другие. Эти вопросы – прерогатива физики.

2.3 Критика релятивистской космологии

Теории эволюции Вселенной навсегда останутся гипотезами, так как ни одно из предположений (даже об изотропности и однородности) не может быть проверено: "давно ушедший и движущийся поезд можно догнать только в другом месте и в другое время". ОТО приписывает себе разрешение ряда парадоксов (гравитационного, фотометрического). Напомним, что гравитационный парадокс состоит в следующем: для бесконечной Вселенной равномерной плотности невозможно из уравнения Пуассона получить определенные значения для гравитационного ускорения тел. (Какое отношение к реальности имеют чисто математические неопределенности с условиями на бесконечности в физической модели?) Напомним также суть фотометрического парадокса: для бесконечно существующей (стационарной) бесконечной Вселенной без учета поглощения и преобразования света яркость неба должна равняться средней яркости звезд (опять много нереальных предположений). Однако и в классической физике были описаны возможности решения подобных парадоксов (например, с помощью систем разных порядков: сфер Эмдена, структур Шарлье и др.). Очевидно, что Вселенная не является размазанной средой и мы совершенно не знаем ее структуру в це-

лом, чтобы утверждать о возможности реализации условий для подобных парадоксов (скорее, наоборот). Например, фотометрический парадокс Ольберса легко понять на основе аналогии с океаном: свет поглощается, рассеивается и отражается порциями и на определенную глубину свет просто перестает проникать. Конечно, для разреженной Вселенной такая "глубина" огромна. Однако, светящиеся звезды представляют собой довольно компактные, далеко отстоящие друг от друга объекты. В результате в интенсивность света ночного неба вносит вклад лишь конечное число звезд (не говоря уже о том, что в теории надо учесть еще и эффект Доплера, а еще лучше – экспериментальный факт – красное смещение).

Вообще говоря, поскольку расстояние до отдаленных объектов прямо не определяется (вычисляемый результат завязан на определенные гипотезы), то связывать его с красным смещением – тоже гипотеза (в которой неизвестно, что может быть проверено). Например, расширяющаяся Вселенная и без ОТО дает красное смещение согласно эффекту Доплера. Кроме того нужно учесть, что в красное смещение и наполнение так называемого реликтового излучения будет давать вклад элементарное рассеяние: вспомним, что эффект Комптона дает волны с $\lambda' > \lambda_0$. Смещение линий в гравитационном поле прекрасно предсказывалось даже механистическими моделями из общих энергетических соображений.

Вообще говоря, теория Большого Взрыва вызывает Большие сомнения. Помимо банальных вопросов: что взорвалось, куда и когда (ведь не было ни пространства, ни времени, ни материи), возникает вопрос: а как же быть с выводами ОТО о черных дырах (непреодолимостью предельной скорости света)? Ведь Вселенная должна была быть в нулевой момент черной дырой (да и не только в этот момент, а в течение некоторого периода времени). Как же быть с ограничениями ОТО, ведь теперь вместо такого образного описания сжатия в черной дыре мы экспериментально наблюдаем повсеместное расширение? Интересно, наверное, сочинять то, что нельзя проверить (только не стоит на-

зывать это наукой).

Перейдем к следующему принципиальному вопросу. Является ли плюсом то, что распределение и движение материи не могут быть заданы произвольно? И правильно ли это? В общем случае это означает противоречивость теории, так как кроме гравитационных сил существуют и другие силы, способные перемещать материю. С практической точки зрения это означает, что мы должны были и в начальный момент времени задать все распределения "правильным для ОТО" образом. Тогда не к "моменту творения" ли мы должны относить t_0 ? И какие принципы должны быть однозначно детерминированными для такого выбора? Знаний требуется больше, чем любые возможные ожидания от предсказаний ОТО. Под вопросом оказываются возможность точечного описания и теория возмущений, ведь итоговые величины тоже не могут быть произвольными. Присоединение к системе уравнений совершенно неизвестного уравнения состояния означает искусственное усложнение связью макро- и микроуровней и отражает возможность произвольных подгонок (например, выбрасывается температурная зависимость). Возможность добавления космологической постоянной в уравнения Эйнштейна – это косвенное признание неоднозначности уравнений ОТО и возможности произвола. Уж если с такой точностью все можно задавать, то почему произвольным образом не задавать первоначальное распределение и движение материи.

Принцип Маха

Принцип Маха обусловленности инертной массы и абсолютности ускорения действием далеких звезд также сомнителен, так как объясняет внутренние свойства одного тела через свойства других тел. Конечно, идея сама по себе красивая. Если считать, что все в мире взаимосвязано и существует некоторое идеальное полное уравнение состояния, то любое свойство тел должно определяться влиянием всей остальной Вселенной. Однако, тогда пришлось бы каждую частицу считать индивидуальной. Этот путь

порочен для науки, идущей от меньшего знания к большему, так как "нельзя объять необъятное". Практически, если учесть неравномерное распределение массы (в компактных объектах) и разные величины сил притяжения от ближних и дальних объектов, то получилось бы сплошное "дерганье" вместо равномерного вращения или равномерного движения по инерции.

Принципиально принцип Маха не может быть проверен: как удаление всех тел из Вселенной, так и искусственное устремление гравитационной постоянной к нулю – ничего не имеющие с реальностью абстракции. Однако, экспериментально можно оценить влияние "далеких звезд", считая массу Вселенной сосредоточенной в основном в компактных объектах. Сила притяжения звезды с массой порядка массы Солнца $M \sim 2 \cdot 10^{30}$ килограмм, находящейся на расстоянии в 1 световой год $\sim 9 \cdot 10^{15}$ метров эквивалентна действию груза массой всего $m_0 \sim 25$ грамм находящегося на расстоянии 1 метр. Воспользуемся пока сомнительной теорией Большого взрыва и будем считать время существования Вселенной $\sim 2 \cdot 10^{10}$ лет. Даже если бы звезды разлетались со световой скоростью мы имели бы размеры Вселенной $\sim 2 \cdot 10^{10}$ световых лет. Считаем среднее расстояние между ближайшими звездами 1 световой год. Мы намеренно увеличиваем все величины, например, массу Вселенной и ее плотность $\rho \sim 10^{33}/10^{54} \sim 10^{-21}$ г/см³. Учтем теперь, что при удалении тел друг от друга вдвое, сила уменьшается вчетверо и т.д.. Попробуем имитировать силу воздействия всей Вселенной в некотором направлении. Даже если считать среднее расстояние между ближайшими звездами в 1 световой год, то на расстоянии в 1 метр нужно поместить массу в граммах (суммируем до $2 \cdot 10^{10}$)

$$M_0 \sim 25(1 + 1/4 + 1/9 + \dots) = 25 \sum 1/n^2 \sim 25\pi^2/6 < 50.$$

Фактически коэффициент $\pi^2/6$ выражает некоторое эффективное увеличение плотности на линии наблюдения. Для имитации действия "всей Вселенной" можно взять толстую металлическую сферу с внешним радиусом 1 метр и толщину в направлении к центру сделать переменной (можно даже для имитации неод-

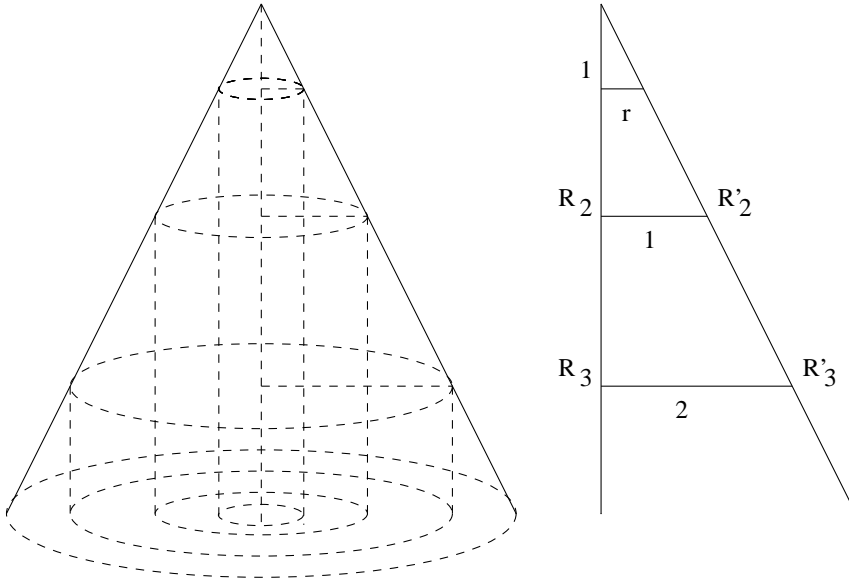


Рис. 2.8: Принцип Маха и влияние Вселенной.

нородностей сделать игольчатую структуру вблизи внутреннего радиуса).

Пусть толщина сплошной сферы 0,6 метра, то есть от центра до 0,4 метра – ниша, а далее до 1 метра – металл. Тогда массе M_0 при плотности $\sim 8,3 \text{ г/см}^3$ будет соответствовать цилиндрический столбик радиусом $\sim 0,35 \text{ см}$. В реальности мы должны учесть влияние звезд в конусе, а не только в цилиндре. Хотя мы также имеем шаровой металлический конус, тем не менее оценим порядки величин. Разобьем конус на цилиндрические слои, возникающие по мере вовлечения новых слоев звезд (Рис. 2.8). Каждый новый слой будет больше предыдущего слоя на 6 звезд. Расстояния от центра до ближайшей границы каждого слоя звезд можно найти из подобия треугольников: $R_i/1 = i/r$. Тогда имеем $R'_i = \sqrt{i^2(1+r^2)}/r$. Следовательно, поправка к мас-

се M_0 (суммируем до $2 \cdot 10^{10}$) найдется как

$$m_0 \left(1 + \frac{1}{4} + \dots\right) \left(1 + \sum_i \frac{6}{R_i^2}\right) < M_0 \left(1 + 6r^2 \sum_i \frac{1}{i}\right)$$

$$\sim M_0 \left(1 + 6 \cdot 10^{-5} \log(2 \cdot 10^{10})\right) \sim M_0(1 + 0,02).$$

Таким образом, нашей конструкции с лихвой хватает для учета действия "всей Вселенной". Конечно, если Вселенная бесконечна, то полученный гармонический ряд разойдется и конструкция будет неадекватна. Однако это противоречит как ОТО, так и современным взглядам и наблюдательным данным.

Поместим теперь внутрь сферы шарики на пружине. Для избежания побочных эффектов воздух можно из конструкции откачать и дополнительно изолировать шарики от сферы тонким сосудом. Если начать вращать сферу, то согласно принципу Маха должна появиться центробежная сила и шарики разойдутся. При этом центробежная сила должна быть такой же, как если бы вращались сами шарики. Кажется вполне очевидным, что это невозможно, так как такой эффект был бы давно замечен. Таким образом, мы возвращаемся к абсолютным понятиям ускорения, массы, пространства и времени, определенным еще Ньютоном. Однако описанный опыт мог бы оказаться полезным для определения поправок к статическому закону тяготения Ньютона. При этом шарики должны иметь достаточную свободу передвигаться и вращаться, так как неизвестно заранее направление действия поправочных сил и моментов сил.

2.4 Выводы к Главе 2

Данная Глава 2 была посвящена критике ОТО. Здесь было выделено множество бросающихся в глаза сомнительных моментов из учебников по ОТО, начиная с общих положений о ковариантности, базовых физических понятиях и кончая более конкретными. Подробно проведено доказательство неизменности геометрии во

вращающейся системе. Обсуждена необоснованность и противоречивость в ОТО принципа эквивалентности. Продемонстрирована противоречивость понятия времени и его синхронизации в ОТО. Для наиболее интересных частных случаев показаны способы синхронизации времени и одновременного измерения длин. В Главе 2 показывается неизменность геометрии пространства и обсуждается роль границ. Сомнительные моменты подчеркнуты как для методов, так и для многочисленных следствий ОТО. Подробно рассмотрены противоречивость понятия "черных дыр", Шварцшильдовского решения и многих других решений и следствий ОТО. Также обсужден принцип Маха и его возможная проверка.

Итоговый вывод главы заключается в необходимости возврата к классическим понятиям пространства и времени и построении теории гравитации на этой прочной основе.

Глава 3

Экспериментальные основы теории относительности

3.1 Введение

В предыдущих главах значительная часть критики теории относительности базировалась на так называемых мысленных экспериментах. Сделаем одно тривиальное замечание, чтобы у какого-нибудь "доброжелателя" случайно не возник абсурдный вопрос о технической осуществимости и экспериментальной точности мысленных экспериментов. Общепринято со времен Галилея, что конструкция мысленного эксперимента использует понятия и правила некоторой критикуемой теории и демонстрирует их внутреннюю противоречивость. В результате оказывается, что вовсе нет величины, которую можно сопоставить с экспериментом. Логическое противоречие ставит финальную точку в развитии любой теории. Тем не менее для полноты картины рассмотрение теории относительности будет продолжено с экспериментальной точки зрения.

В этой главе мы будем анализировать реальные эксперимен-

ты и покажем ошибочность интерпретации этих опытов теорией относительности. Для инициации процесса размышления над релятивистскими экспериментами рассмотрим идеи, которые могли бы "почти не конфликтовать" с СТО (но потом постепенно мы дойдем и до критики).

Введение Главы 3 начнем с главного для теории относительности вопроса: постоянна ли скорость света? Казалось бы ответ на этот вопрос уже был дан в опыте Майкельсона-Морли по изучению влияния движения Земли на скорость света (напомним также аналогичные оптические эксперименты Морли, Кеннеди-Торндайка, Айвса - Стилуэла, венский эксперимент Джуса и другие [7,60,82]). Заметим, что были попытки скорректировать СТО [78,96,115] и возродить Лоренцовскую теорию эфира [1,41,63,94,107,117].

Однако, термин "постоянный" означает независимость от времени, пространственных координат, направления распространения света и, наконец, от свойств самого света. Необходимо некоторое усилие, чтобы дать непредвзятый ответ на вопрос: что же могло быть определено в интерферометре Майкельсона? Напомним, что два световых луча двигались во взаимно перпендикулярных направлениях. Заметим, однако, следующее. Чтобы избежать синхронизации временных интервалов в различных точках, оба световых луча двигались по замкнутым траекториям (в двух взаимно перпендикулярных направлениях). Следовательно, фактически мы имеем дело только с некоторой "средней" для противоположных направлений скоростью света.

Учитывая вышесказанное, казалось бы, результат эксперимента Майкельсона может быть сформулирован следующим образом: средняя скорость света фиксированной частоты для двух противоположных направлений в некоторой системе отсчета не зависит от движения этой системы. По крайней мере два вопроса возникают в связи с результатом Майкельсона-Морли: (1) Постоянна ли скорость света независимо от направления его распространения $\mathbf{k}_1 = \mathbf{k}/k$ или она анизотропна: $c = c(\mathbf{k}_1)$? Этот вопрос можно несколько расширить: зависит или нет скорость

света от пространственных координат \mathbf{r} и времени t ? Однако, подобные вопросы с точки зрения теории относительности находятся за пределами современных теоретических и практических возможностей, поскольку затрагивают проблему структуры пространства как такового. Здесь эти вопросы не будут обсуждаться, поскольку их экспериментальная проверка с точки зрения СТО требует "базовой системы", обладающей неэлектромагнитной природой для измерения расстояний и синхронизации времени.

(2) Существует более практический вопрос: зависит ли скорость света в вакууме от характеристик самого света? В частности, возможна зависимость от частоты ω , т.е. $c = c(\omega)$.

Физический (философский) смысл постоянства скорости света (из учебников по СТО) следующий. Пусть свет способен распространяться в вакууме без промежуточной среды. Поскольку система отсчета не может быть твердо "привязана" к пустоте, то безразлично, с какой скоростью относительно вакуума движется наша система. Следовательно, скорость света по отношению к нашей системе должна быть независима от движения системы. (Хотя почему-то другие частицы могут двигаться в вакууме с самыми различными скоростями!) Однако, возникают следующие вопросы: 1) Изменяются ли свойства вакуума, когда в него вносятся частицы (фотоны)? 2) каков механизм распространения электромагнитных колебаний в вакууме? Частные гипотезы для ответа на эти вопросы будут представлены в Приложениях.

Что же в действительности могло быть определено в существующих экспериментах будет подробно проанализировано в данной главе. В результате будет дана подробная критика релятивистской интерпретации ряда известных экспериментов и наблюдательных данных, неадекватно отнесенных в пользу СТО И ОТО (чтобы не раздражать релятивистов, мы не будем рассматривать те опыты, которые явно противоречили теории относительности и обычно игнорируются апологетами ТО). Единственной казалось бы "работающая часть" СТО – динамика – будет подробно рассмотрена в следующей Главе 4.

3.2 Критика релятивистской интерпретации ряда экспериментов

Известно, что СТО опирается на два постулата: (1) постулат постоянства скорости света и (2) принцип относительности, который распространен на электромагнитные явления. В качестве одного из основных доказательств справедливости принципа постоянства скорости света считают отрицательные эксперименты по обнаружению эфирного ветра. Ниже мы проанализируем, что должно получаться в экспериментах Майкельсона-Морли и других с позиции пустого пространства (точнее принципа относительности Галилея). Заметим, что заранее предполагать что-либо о движении Земли нельзя; во времена Галилея такие опыты, например, доказали бы, что Земля покоится.

Опыт Майкельсона-Морли

Известно, что свет проявляет себя в разных явлениях либо как частица, либо как волна (фраза о корпускулярно-волновом дуализме не имеет никакого отношения к рассматриваемому вопросу). Вначале предположим корпускулярную природу света. Тогда модель интерферометра Майкельсона-Морли может быть представлена в виде двух плеч с одним идеальным отражателем в центре установки и двумя отражателями на концах плеч (Рис. 3.1). Пусть две частицы, движущиеся параллельно друг другу со скоростью v_1 (относительно "мировой системы отсчета"), попадают в данную установку, которая сама движется со скоростью V (относительно той же самой системы), при этом $v_1 > V$. Тогда в точке O_1 скорость частиц относительно установки будет $v_1 - V$. После отражения в центре установки частица 1 будет двигаться в перпендикулярном направлении с той же самой (по модулю) скоростью $v_1 - V$ относительно установки. Частицы отразятся от концов плеч одновременно. Так же они достигнут одновременно как точки O , так и точки O_1 . Никакой разности скоростей этих двух частиц для двух взаимно

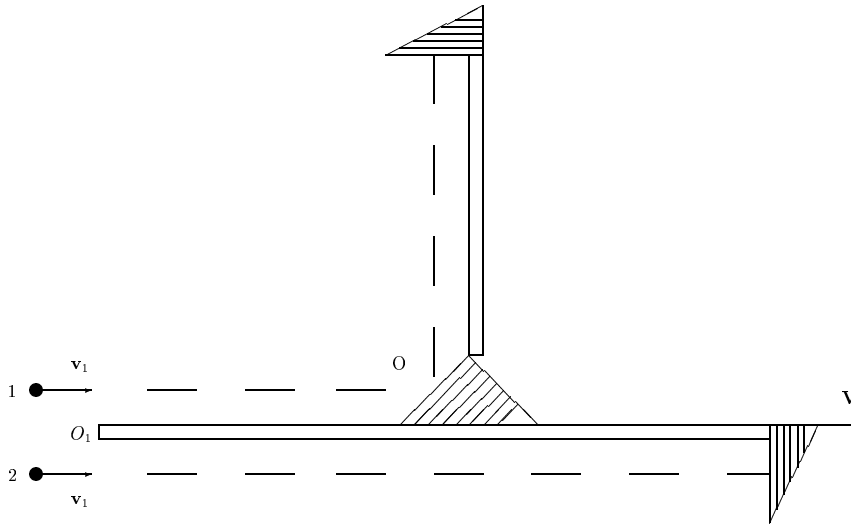


Рис. 3.1: Корпускулярная модель опыта Майкельсона.

перпендикулярных направлений не будет наблюдаться, независимо от скоростей v_1 и V . Таким образом, если считать свет потоком частиц, то эксперименты Майкельсона-Морли (Кеннеди-Торндайка, Томашека, Бонч-Бруевича и Молчанова и другие) не могли дать никакого положительного результата.

Предположим теперь волновую природу света. В этом случае скорость света может зависеть только от свойств среды (эфира или вакуума) и/или внутренних характеристик самого распространяющегося света. Если принять гипотезу о существовании эфира, то скорость света зависит от свойств этой среды (по аналогии со звуком; гул от сверхзвукового самолета распространяется с постоянной скоростью, фиксируемой средой и, в результате, самолет опережает звук). Тогда очевидно, что скорость света не может складываться со скоростью движения источника. Также очевидно, что поскольку свет взаимодействует как с веществом (рассеивается или поглощается), так и с эфиром (распространяется в нем), то должно наблюдаться и взаимодействие

эфира с веществом. А в релятивистской интерпретации опыта Майкельсона-Морли предполагалось невероятное: жесткая "привязка" света к эфиру вместе с полным отсутствием взаимодействия эфира с телами (без увлечения Землей, установкой). Естественно, в случае частичного увлечения эфира теория усложняется, но это никак не опровергает гипотезу эфира (релятивисты же предлагают действовать как в анекдоте про пьяницу под фонарем: искать не там, где можно найти, а там, где легче искать). Мы кратко будем касаться эфирной концепции ниже, а пока будем опираться только на классический принцип относительности в вакууме, поскольку для всех парадоксов СТО и результатов данной книги не важно, вакуум у нас или эфир.

Если свет представляет собой волну, то скорость источника изменяет только частоту. Таким образом, для данной частоты ω скорость света $c(\omega)$ не зависит от скорости источника. Здесь имеется в виду следующее: световые волны одной частоты тождественны друг другу; и если мы воспринимаем свет частоты ω , то совершенно безразлично, излучался ли он источником сразу с этой самой частотой или же излучался с частотой ω_1 , но вследствие движения источника частота изменилась $\omega_1 \rightarrow \omega$ (эффект Доплера). В обоих случаях измеряемая величина $c(\omega)$ будет одной и той же.

Вернемся теперь к опытам Майкельсона-Морли и другим. Поскольку падающий свет, свет, прошедший тонкую пластину, и свет, отраженный от зеркал, имеют в одной и той же системе наблюдения одну и ту же частоту, то скорость света $c(\omega)$ оставалась постоянной для двух перпендикулярных направлений и эксперименты ничего не могли обнаружить. Эксперимент Таусона с двумя одинаковыми лазерами также ничего не мог обнаружить, поскольку при сведении лучей в единую картину (в одном направлении) частоты становятся одинаковыми и никаких регулярных биений не будет наблюдаться. Таким образом, попытка искать изменения скорости света при экспериментах с одной фиксированной частотой неверна по своей сути. Единственная зависимость, которую можно пытаться обнаружить, есть $c(\omega)$:

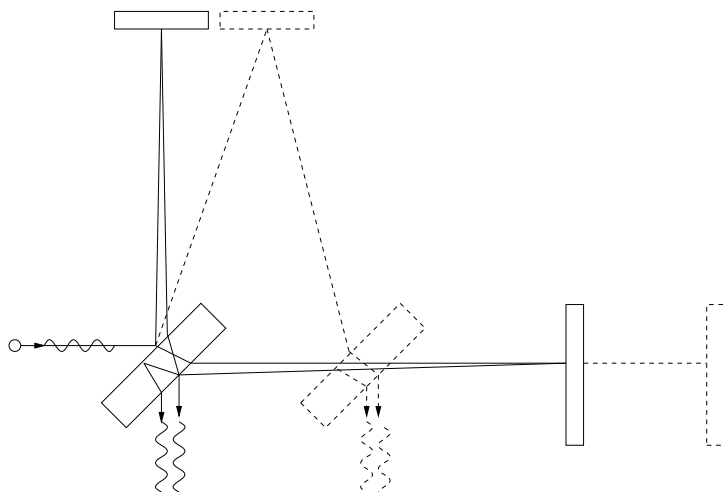


Рис. 3.2: Схема интерферометра.

все другие зависимости могут войти только опосредствованно, через эффект Допплера.

Для методических целей рассмотрим некоторые правдоподобные ошибки из учебников. Когда с "классической точки зрения" исходят из гипотезы неподвижного неувлекаемого эфира, то для расчета разности времен хода лучей в интерферометре Майкельсона обычно рисуют странную схему [34], для которой не действует закон отражения: угол падения не равен углу отражения (Рис. 3.2). Это противоречит экспериментам. Как минимум тогда необходимо объяснить механизм такого отклонения и определить его влияние на эксперимент (это можно было бы сделать, предположив сложение скорости света со скоростью зеркала интерферометра по классическим законам). Не понятно также, как угадать угол, обеспечивающий интерференцию одного и того же луча. Поскольку все данные регистрирует только наблюдатель, движущийся вместе с интерферометром, то на самом деле надо анализировать опыт именно с точки зрения этого наблюдателя

[49].

Синхронизация времени по методу Эйнштейна приносит искусственные ограничения даже в идеи экспериментов. Очевидно, что в силу обратимости относительного движения ($-\mathbf{v} + \mathbf{v} = 0$) для зависимости скорости света от скорости движения системы может существовать только нечетный эффект. Однако, скорость света пытаются определять как среднюю скорость для двух взаимно противоположных направлений (по замкнутому пути). Следовательно, единственная классическая линейная зависимость от скорости движения системы взаимно исключается. Таким образом, подобный подход уже подменяет собой постулат постоянства скорости света, который нужно было проверить экспериментально.

Опыт Майкельсона-Морли и его аналоги не противоречат принципу Галилея и с позиций пустого пространства подробно рассмотрен выше. Рассмотрим теперь первоначальную идею опыта с точки зрения эфирных концепций. Заметим, что всегда можно так слегка подкорректировать коэффициент увлечения Френеля, чтобы опыты и 1-го и 2-го порядка подтверждались с практической точностью. Справедливости ради надо отметить, что опыт Майкельсона и его аналоги (несмотря на споры по устройству прибора и теории) всегда уверенно с учетом возможных ошибок давал ненулевую скорость эфирного ветра [93,94]. Маринов [89,90], Сильвертус [114] нашли верную скорость относительно реликтового излучения. Только при экранировании металлическим кожухом результат оказывался близким к нулевому. Не принимая безоговорочно теорию эфира, тем не менее для объективности вспомним, что в настоящее время все приборы вакуумируют (делают локально закрытой системой). А, например, локальная скорость звука в салоне самолета останется постоянной (не зависящей от наружного ветра) даже при сверхзвуковом движении самолета. Эфирная точка зрения не противоречит полученным результатам: увлечение Френеля для металлических тел – полное (для металлов верна электродинамика Герца), а значит эфир покоится относительно прибора (ло-

кально) внутри металлического кожуха и искать эфирный ветер внутри – бессмысленно. Еще один момент обычно замалчивается релятивистами. Даже в отсутствие металлической экранировки, достаточно тончайшей пластинки стекла (или воздуха в первоначальных экспериментах), чтобы нужно было учитывать переизлучение света этими локально покоящимися элементами. В результате реально наблюдаемая скорость в эфирной концепции должна быть заведомо меньше скорости движения Земли по орбите. Таким образом, опыт Майкельсона - Морли не свидетельствует в пользу постоянства скорости света и не опровергает какие-либо классические принципы.

Аберрация, опыт Физо и другие опыты

Какие же эксперименты не могут быть никак объяснены, кроме привлечения СТО? Начнем с некоторых вспомогательных замечаний. Мы не будем подробно касаться квантовой электродинамики, поскольку ее предсказательная точность мало зависит от точности ($\Delta c/c$) $\sim 10^{-8}$ (это при движении приемника; при движении же источника скорость света вообще может оставаться постоянной, так же как, например, скорость звука), но никто даже и не пытался считать скорость света не константой.

Явление аберрации прекрасно объясняется классической физикой и определяется следующими двумя принципиальными фактами:

- (1) изменением в течение года скорости системы наблюдения, в основном, вследствие орбитального вращения Земли (это состояние – абсолютное и не зависит от скорости прямолинейного движения инерциальной системы или наличия эфира или другой среды), и
- (2) прямолинейным распространением луча света между источником и приемником в инерциальных системах (для корпускулярной теории – это следствие инертности движения частиц света, а для волновой теории – это следствие принципа Гюйгенса).

Еще раз напомним, что при "входе" в наш измерительный

прибор свет имеет фиксированное направление и частоту (не важна предыстория процесса: движение источника, среды, приемника), и именно с этим "конкретным светом" проводятся все измерения. Опыт Физо не является критическим, так как допускает запись для скорости света в среде

$$u = \frac{c(\omega)}{n} \pm v(1 - \frac{1}{n^2}),$$

а измерения проводились для конкретной фиксированной частоты ω , то есть не было сопоставления $u(\omega_1)$ и $u(\omega_2)$, что в опыте Физо сделать невозможно.

Привлечение времени жизни мюонов для доказательства СТО – чистая спекуляция. Создать две инерциальные системы, движущиеся друг относительно друга с релятивистскими скоростями пока не по силам современному человечеству. И не стоит маскировать совершенно другую реальность под такой эксперимент. Время жизни нестабильных частиц должно зависеть от условий их образования (даже стабильное ядро может стать возбужденным или нестабильным, либо может произойти, наоборот, рекомбинация и т.д.), а условия образования мюонов на высоте 20 – 30 км при столкновении высокоэнергетических космических лучей с атомами азота и кислорода отличаются от условий их образования в лаборатории. Не говоря о том, что на разных высотах не были измерены даже скорости мюонов, ускорения и интенсивности их потоков. Измерения же, проведенные на ускорителях, скорее свидетельствуют о влиянии ускорений и полей на конкретный процесс распада конкретных частиц.

Гипотеза Ритца

Справедливости ради отметим, что даже баллистическая гипотеза Ритца (по существу это классический закон сложения скоростей для корпускул) не так легко могла бы быть опровергнута в начале 20-го века. Приведем кратко вывод из [28] и дадим некоторые замечания. Время прихода сигнала от звезды – спутника центральной звезды, находящейся на расстоянии L , при заходе

в тень $t_1 = L/(c - v)$, а при выходе из тени $t_2 = \frac{T}{2} + L/(c + v)$, где T - период орбитального движения. Полагая для заметного эффекта (двойная система становится видимой как тройная) $t_1 = t_2$, получим $L = T(c^2 - v^2)/(4v)$. Для диаметра орбиты имеем $D = Tv/\pi$. Если α - угол наблюдения, то $\alpha \approx \tan \alpha \approx D/L$, и так как $v \ll c$, имеем $\alpha = 4v^2/(\pi c^2)$. Реальные скорости наблюдаемых спутников $v \ll 350$ км/с. В результате, для наблюдения подобного эффекта должно быть $\alpha \ll 2 \times 10^{-6}$ радиан (что превышает точность современных телескопов).

Конечно, этот вывод довольно грубый. В выражении для t_2 нужно писать Tx вместо $\frac{T}{2}$, где x - доля периода, когда спутник находится в тени; всегда $x \ll \frac{1}{2}$, что увеличивает предельную точность α . Кроме того, фиксировать с помощью фотографии в настоящее время можно очень короткие промежутки времени (если экспозиция позволяет), то есть можно писать $t_2 - t_1 = \frac{T}{2} + y$, где $y \ll T$, что еще увеличивает предельную точность. Однако, скажем и в оправдание несколько замечаний.

(1) Исследование $t_2 \geq t_1$ непродуктивно, так как все наблюдаемые затмения будут периодическими и мы не сможем никак проверить: действительно ли мы наблюдаем тройную (или четверную и т.д.) систему или это только видимость.

(2) В процессе движения спутника по орбите время прихода сигнала в точку наблюдения плавно меняется (реальный объект - спутник и его видимый образ не совпадают), что искажает определение реальной орбиты и величины x .

(3) Вследствие того, что свет проходит неоднородную среду (атмосферу, да и космическое пространство) известны явления мерцания и дисперсии. Чтобы сократить их негативное влияние следует наблюдать полные (а не частичные) затмения и желательно с искусственных спутников Земли.

(4) Поскольку нам будет доступна лишь проекция плоскости орбиты, то в общем случае мы не можем гарантированно оценить длину участка тени x (Рис. 3.3). Время движения в тени будет различным в зависимости от направления на наблюдателя (на Землю). Следовательно, нужны орбиты с симметричной ориен-

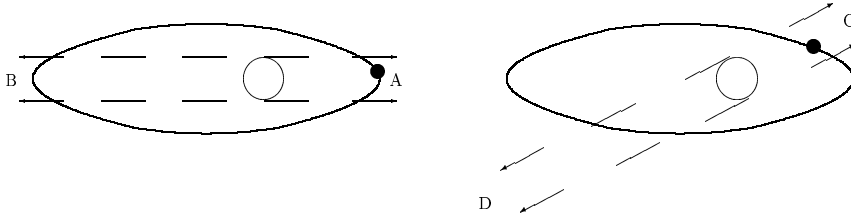


Рис. 3.3: Определение участка тени.

тацией, и точность определения "плеч" проекции орбиты и размеров обоих тел накладывает ограничения на (расчетную) точность определения времени прихода сигналов.

(5) Выше уже говорилось, что не существует абстрактной скорости света, а будут наблюдаться конкретные величины $c(\omega_1[v])$ и $c(\omega_2[-v])$. Следовательно точность определения частот ($\Delta\omega/\omega_0$) накладывает ограничения на теоретическую оценку точности ($\Delta c/c_0$) и, соответственно, на ($\Delta t/t$).

Самое принципиальное замечание следующее.

(6) Свет определенной частоты ω_0 излучает не объект, движущийся как целое со скоростью \mathbf{v} , а хаотически движущиеся с тепловыми скоростями частицы. Следовательно, определить задержку расчетного времени от скорости объекта как целого невозможно, пользуясь любыми характерными в микромасштабах частотами (линиями излучения). Только если у спутника график спектральной интенсивности $I(\omega)$ имеет некоторую характерную форму (например, максимум $I_{max}(\omega_1)$) и если он идентифицируемо отличается (по форме) от графика спектральной интенсивности основной звезды, то наблюдение за изменением спектральной интенсивности $I(\omega, t)$ на выделенной плавающей (!) частоте $\omega_1(t)$ (которая соответствует максимуму $I_{max}(\omega_1(t))$) могло бы доказать или опровергнуть баллистическую гипотезу Ритца.

Насколько известно автору, в таком ключе детального анализа астрономических данных не проводилось. Однако, защита или развитие гипотезы Ритца не является целью настоящей книги.

Опыт Саньяка

Прямым доказательством непостоянства скорости света $c \neq constant$ (и косвенным свидетельством классического закона сложения скоростей для света) является опыт Саньяка. Напомним его суть: по краю вращающегося с угловой частотой Ω диска были установлены четыре зеркала (точнее три зеркала B и одна пластина H – см. Рис. 3.4). Луч света разбивался (пластиной H) на два луча, один из которых двигался против часовой стрелки (по направлению вращения), а другой – по часовой стрелке. При встрече лучей возникала интерференционная картина. Смещение полос (за счет разницы во времени прихода сигналов) оказалось равным: $\Delta z = 8\Omega r^2 / (c\lambda)$. Очевидно, что неинерциальный характер вращения системы с частотой Ω не является здесь определяющим моментом: никто еще не видел в вакууме искривленного света (между двумя отражениями луч света движется прямолинейно). Тем не менее рассмотрим следующий мысленный эксперимент. Представим себе, что радиус диска стремится к бесконечности $r \rightarrow \infty$, но так, чтобы величина $\Omega r = v$ оставалась постоянной. Тогда имеем $\Omega \rightarrow 0$. Следовательно, величина ускорения $\Omega^2 r$ будет стремиться к нулю. Выберем такой радиус r , чтобы ускорение было намного меньше любой наперед заданной величины (например, существующей экспериментальной точности). Тогда никто не сможет отличить эту "почти инерциальную" систему от инерциальной. Если при этом увеличивать число равноудаленных зеркал ($N \rightarrow \infty$), то прямые линии (световые лучи) между зеркалами будут приближаться к окружности диска. В результате имеем выражение для смещения полос: $\Delta z = \alpha Lv / c$, где α - константа для выбранного света (λ), L - длина окружности. Вследствие очевидной симметрии эксперимента эффект будет аддитивен по L , и его величину можно отнести к единице длины. "Кумулятивный" эффект ускорения для выбранного прямолинейного участка может быть сделан меньше любой наперед заданной величины. Таким образом, для величины смещения полос имеем: $\Delta z \sim v/c$ (некоторые изменения Ω приводят к соответствующим изменениям v , так как $v = \Omega r$

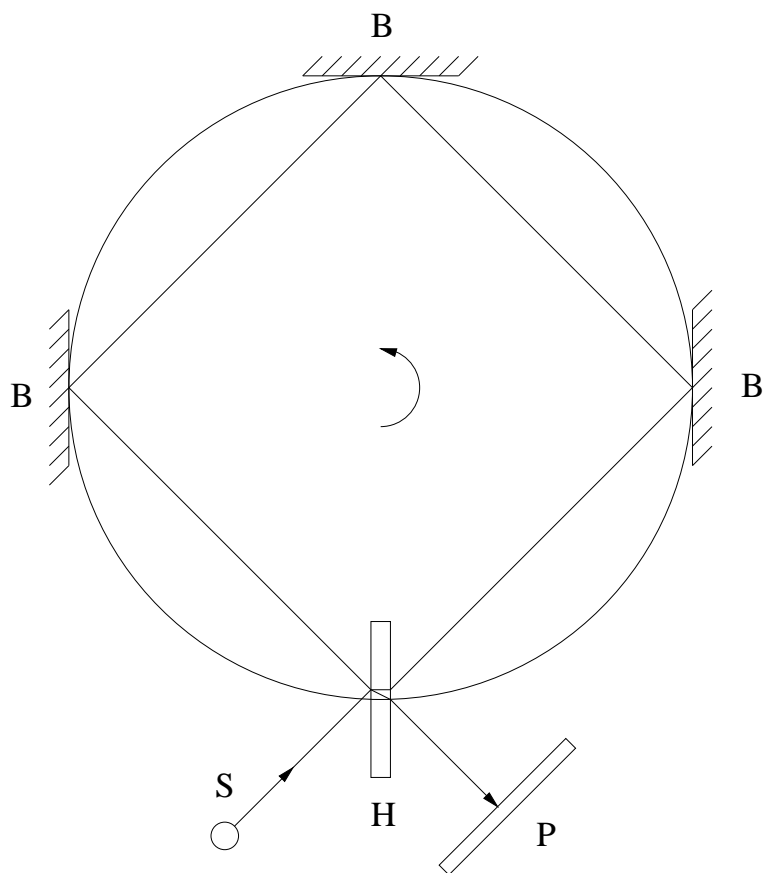


Рис. 3.4: Опыт Саньяка.

– конечная величина). Следовательно, время распространения сигнала линейно зависит от скорости движения системы, то есть $c \neq constant$.

О бедном эфире замолвите слово

Сделаем вспомогательное замечание по поводу эфира. Откровенно говоря, выдумывание помимо "абсолютной пустоты" (без физических свойств) других понятий типа "физический вакуум" (обладающего физическими свойствами) несправедливо по отношению ко многим предшествующим исследователям (плагиат), так как для подобных понятий уже есть термин – "эфир". Только перед эфиром была поставлена задача: сразу объяснить на простой и наглядной модели все опыты или "удалиться со сцены". Дальнейшее развитие физики ввело иную практику (вспомним дуализм света, квантовую механику и др.): противоречивые свойства физических объектов или явлений просто стали постулировать как факт без объяснения и реальной наглядной модели. Например, имеется модель двухкомпонентной жидкости для описания противоречивых свойств сверхтекучего гелия (течение без вязкости через капилляр и наличие вязкости при вращении). Реальность далека от модели, но модель работает (полезная). И только от теории эфира релятивисты требовали большего. Хотя на самом деле для всех моделей эфира, объявленных релятивистами нереальными, существовали аналогии, действующие в природе (а чего казалось бы требовать большего от модели?). Например, нет ничего удивительного в том, что скорость света может оставаться одинаковой при изменении плотности эфира: скорость звука в воздухе при $T = constant$ тоже не зависит от плотности воздуха. Нет ничего противоестественного и в том, что плотность эфира может существенно (всего в 60000 раз) увеличиться вблизи поверхности Земли по сравнению с космосом: плотность атмосферы увеличивается на много порядков больше. Модель Стокса – это модель без атмосферы. Математические трудности модели (предположение безвихрево-

го несжимаемого движения) совершенно ни при чем: реальное, описывающее природу, решение может оказаться близким к найденному Стоксом (просто истинное строгое решение нелинейного уравнения в частных производных без упрощений найти математически гораздо сложнее). Справедливости ради отметим, что в настоящее время существуют довольно развитые концепции эфира (например, [1,8]).

Перейдем теперь к другим конкретным вопросам и дадим краткие комментарии к некоторым известным экспериментам. Аберрация в пустом пространстве без СТО была проанализирована выше как с точки зрения корпускулярной, так и волновой теории. Результат будет аналогичным и с точки зрения теории неподвижного эфира. Полное увлечение эфира средой непонятно при постепенном уменьшении плотности среды (например, в газах). Поэтому гипотезу полного увлечения эфира никто всерьез (кроме релятивистов) не обсуждал. Еще Френель ввел коэффициент, показывающий, что в оптически прозрачных средах можно предполагать лишь частичное увлечение эфира. Оно практически (с достигнутой точностью) не меняет аберрацию при заполнении трубы водой, что было показано самим Френелем (заметим, что при невертикальном наблюдении нужно учитывать угол преломления лучей в средах заполнения). Единственный случай, когда правомерно обсуждать гипотезу полного увлечения эфира – это для оптически непрозрачных сред (металлов). Может это интуитивно чувствовал Герц, когда с самого начала отказался рассматривать оптические явления с точки зрения своей электродинамики (поэтому неправомерно применение релятивистами его теории для диэлектриков с целью дискредитации).

Опыт Трутона и Нобля не противоречит принципу относительности Галилея в пустом пространстве. Вообще говоря, все опыты с диэлектриками не противоречат принципу относительности Галилея, так как часть пути свет (вернее поле) проходит в пустоте между атомами, а другую часть пути свет поглощается и переизлучается атомами. Для теории частично увлекаемо-

го эфира (если нет металлической экранировки) всегда можно с практической точностью определить коэффициент увлечения Френеля, подтверждающийся для опытов и первого и второго порядка. Опыт Роуленда фактически доказал, что с точки зрения теории эфира – эфир полностью увлекается металлом, а с точки зрения принципа относительности Галилея опыт доказал эквивалентность движущихся зарядов току. В опытах (Рентгена) Эйхенвальда и Вильсона фактически получен Френелевский коэффициент увлечения в диэлектриках.

Опыт Кеннеди-Торндайка

Интерферометр Кеннеди-Торндайка отличался от интерферометра Майкельсона только тем, что длины перпендикулярных плеч сразу были выбраны неравными. Однако, для интерференционной картины важна только разница хода лучей по отношению к длине волны используемого света (доля от длины волны). Кроме того, точность измерения длин плеч интерферометра (например, интерферометра Майкельсона) всегда меньше длины волны используемого света. Следовательно, вопреки мнению [37], опыт Кеннеди-Торндайка принципиально ничем не отличается от опыта Майкельсона-Морли. Поэтому все замечания, указанные для опыта Майкельсона ранее, будут общими для обоих этих опытов. Если исходить из целей эксперимента (об обнаружении влияния движения системы интерферометра на скорость света), то оценка авторов $v \leq 15$ км/с более адекватна, чем заявляемая в учебниках, хотя тоже неверна (см. ниже). Большая стабильность по температуре, начиная с некоторого предела, не играет роли, так как при любой $T = constant$ ($T \neq 0$) всегда существуют температурные флуктуации и колебания кристаллической решетки базы. Самое главное, различные скорости света $c(\omega)$ (единственное возможное отличие – смотри выше) не сравнивались для разных частот ω , что и невозможно было сделать в подобном опыте. Кроме того, для пустого пространства остаются в силе все классические рассуждения для инерциальных

систем, то есть соблюдается принцип относительности Галилея [47]. Общее замечание об металлической экранировке для эфирной модели применимо и к этому опыту. Таким образом, даже к обнаружению движения Земли все перечисленные опыты не имеют отношения.

Опыт Айвса-Стилуэла

Перейдем теперь к опыту Айвса-Стилуэла. Заметим, что сам Айвс был противником СТО и объяснял опыт с позиций эфира (значит так тоже можно интерпретировать). Вообще, для СТО характерно "валить" все в свою "кучу" (вероятно, чтобы солиднее выглядеть) или "повязать" СТО со всеми теориями (даже не до конца проверенными), делая вид, что если СТО "потонет", то и "вся наука потонет". Вообще говоря, в отличие от элементарной теории эффекта Допплера, определение частотной зависимости в произвольной конфигурации – прерогатива опыта (и приплетать сюда дополнительную гипотезу о времени – большая натяжка). Фактически, опыты Айвса-Стилуэла даже в идеале (если пренебречь реальными особенностями процесса) определяли бы не поперечный эффект Допплера, а эффект Допплера для двух направлений, близких к 0° и 180° , то есть эффекты, близкие к продольным. Эти опыты являются косвенными, так как величина (якобы релятивистской) поправки – вычисляемая величина (кроме того, сравниваемая от разных областей, что приводит к дополнительной асимметрии). Опыты [22] показали существенные систематические отклонения от релятивистского выражения (до $60 \pm 10\%$). Следовательно, эффект может определяться не столько Допплеровским выражением, сколько особенностью реакций в пучках. Кроме упоминания других альтернативных опытных данных [22,118], дадим некоторую критику рассматриваемого эксперимента. Релятивисты описывают эксперимент так, будто поперечный эффект Допплера воспринимается от одной точки установки в определенный момент времени (момент пролета срединного перпендикуляра). На самом деле восприни-

маемый сигнал – это интегральная сумма от разных областей излучения за разное время, да еще и не перпендикулярных движению (куда, например, делась абберация?), то есть изучаемый эффект представляет собой некоторое ”сложное среднее” между двумя продольными эффектами Доплера. Кроме того, теория в СТО (и формулы) приводятся для плоскопараллельных волн, а фактически на этих расстояниях мы имеем точечные источники (сферические волны). В результате будет наблюдаться смещение в красную область (больше время действия такой смещенной частоты) и эффект должен зависеть от расстояния до точки наблюдения. Да и кто сказал, что для света должен наблюдаться классический эффект Доплера? Ведь эффект имеет классический вид только в случае чисто волнового движения. Если же свет – это не совсем волна, то можно получить иные выражения, в том числе и релятивистские [59]. Таким образом, данный опыт тоже не может быть безоговорочно отнесен к опытам, подтверждающим релятивистское замедление времени в СТО.

Некоторые релятивисты [37,106] выделяют три ключевых опыта (Майкельсона, Кеннеди-Торндайка и Айвса-Стилуэла), которые якобы с однозначностью приводят к преобразованиям Лоренца (база для СТО). Однако, мы видим, что все три эксперимента не являются доказательными. СТО ”повисает в пустоте” даже с экспериментальной точки зрения.

Дополнительные замечания

Начнем с общих замечаний. Справедливости ради надо отметить, что принцип относительности даже для механических явлений никогда не проверялся с максимальной экспериментальной точностью. Если поверить в отсутствие всепроникающего эфира, то аналогичными свойствами обладает гравитационное поле. Как бы ни двигался наблюдатель на Земле (при прямолинейном равномерном движении или круговом движении по поверхности Земли), сила тяжести будет меняться по величине или направлению, что может быть обнаружено при сравнении коли-

чественных закономерностей в экспериментах. Следовательно, заявляемые гипотетические эксперименты могли бы быть проделаны только в отсутствие тяготения или же при строго симметричном распределении всей Вселенной относительно точки наблюдения. Но при наличии движущихся тел такая строгая "компенсация" тяготения могла бы быть только в одной точке. Во всех реальных случаях наблюдаются абсолютные изменения состояния (скорости, ускорения и др.) относительно точки пространства, которую в данный момент проходит исследуемый объект. Кроме того, следует признать, что строгое понятие инерциальной системы в экспериментальном плане должно быть расширено и распространено на "почти инерциальные системы", то есть на системы, неотличимые в пределах существующей точности от строго инерциальных систем в течение всего опыта. В противном случае это понятие было бы лишено практического приложения и оказалось бесполезным для физики. Например, ясно, что все без исключения "релятивистские" опыты проведены на неинерциальной Земле (неинерциальность Земли элементарно доказывается маятником Фуко) и если подходить совсем строго, то нельзя для их объяснения привлекать принцип относительности СТО (беспредельная строгость "ставит крест" на любом разделе физике).

Сделаем еще одно общее замечание. Ошибочность теории относительности никак не связана с наличием или отсутствием всех тех эффектов, которые СТО пытается описать и спекулировать на этом (также как отмена хрустальных сфер не отменяет реально наблюдаемое движение планет). По тем "причинам", которые заявлены в СТО, никаких экстраординарных эффектов просто не может быть. Если же какой-то эффект наблюдается, то надо для него искать другую реальную причину (объяснение, интерпретацию). Каждая теория содержит ряд "если", которые должны проверяться экспериментально. Например, может ли при реальном (!) изменении скорости объекта изменяться течение некоторых процессов в нем? В принципе, может. Например, первое "если": существует эфир; второе "если": некоторый

процесс зависит от скорости относительно этого эфира. Но тогда относительная скорость двух систем наблюдения будет совершенно ни при чем. Если первая и вторая система движутся в противоположные стороны с одинаковой скоростью относительно эфира v , то аналогичные процессы в этих системах будут протекать одинаково. Если же третья система движется в ту же сторону, что и первая, но со скоростью $3v$ относительно эфира, то, несмотря на ту же самую относительную скорость $2v$, процессы в третьей и первой системах будут различаться. В данном случае нарушается сам принцип относительности (и уж тем более СТО). Такое в принципе тоже возможно, но должно проверяться только в ходе экспериментов.

Еще одно замечание, касающееся экспериментальных результатов. Разброс данных в каждом из экспериментов по измерению скорости света как правило высок. А заявляемые в СТО маленькие допуски получаются только после определенной статистической обработки (то есть подгонки под желаемые результаты). Это уже приводило к конфузам: объявляемое релятивистами наиболее вероятное значение скорости света дважды изменяли с явными выходами за пределы заявляемых допусков (см. [24]).

Заметим, что в космосе дисперсия света была обнаружена давно [5]. В работе [47] была предположена дисперсия $c(\omega)$ в вакууме (эта гипотеза будет рассмотрена в Приложениях). Можно привести пример, когда линии излучения появились спустя 2 месяца после обнаружения рентгеновской вспышки [13], что также может иметь отношение к дисперсии света в вакууме.

Классический закон сложения скоростей имеет отношение только к поступательному движению тел. Если же имеется еще и колебательное движение, то в общем виде ничего определенного о суммарной скорости сказать нельзя (даже для нерелятивистских скоростей). Например, скорость удара молоточка о камертон никакого отношения не имеет к скорости распространяющихся волн. Еще пример. Пусть длинный стержень движется по поверхности воды перпендикулярно своей длине со скоростью v_1 , а точечный источник перед стержнем возбуждает волны. То-

гда часть пути эти волны будут идти в покоящейся относительно стержня воде со скоростью v_2 , а часть пути – в воде, покоящейся относительно берега. В результате скорость волны будет лежать между $v_2 + v_1$ и v_2 (и будет, вообще говоря, функцией расстояния до источника). Следующий пример. Локальная скорость звука относительно самолета в салоне самолета с дырками будет зависеть от скорости установившегося потока воздуха внутри салона самолета (некоторый аналог коэффициента увлечения Френеля).

Весьма странным является типичное ”увеличение точности” при статистической обработке данных в СТО. Это означает, что искусственно выбираются данные и исследуются зависимости, заведомо укладывающиеся в данную теорию. Во-первых, наиболее вероятные значения разных физических величин могут быть совершенно несвязанными причинно друг с другом даже в отдельных актах взаимодействия (вспомним различие между истинным значением и средним, наиболее вероятным или эффективным значением в конкретном процессе измерения). Во-вторых, для существенно нелинейных выражений из равенства средних (или эффективных) значений весьма непросто извлечь заявляемые соотношения для истинных (мгновенных, или причинно связанных) величин. Такого анализа данных (якобы подтверждающих СТО) нигде не встречается (ведь нужно привлекать теорию флуктуаций в этом случае). В-третьих, надо обратить внимание на следующие математические факты:

- 1) статистическое усреднение периодической функции с неизвестным периодом по другому периоду (неверному, например, когда не учитывается вклад переизлучения атомами) может дать в результате нуль или величину, меньше истинной;
- 2) попытка определения периодической зависимости путем выделения неправильно угаданной или сдвинутой гармоникой дает нуль $\int \cos(\omega t) \cos(\omega_1 t + \alpha) dt = 0$ или заниженную величину. Возможно, неправильная статистическая обработка данных и есть та причина, по которой, несмотря на значительные отклонения каждого из отдельных измерений от нулевого уровня, в ряде опытов (типа Майкельсона) после статистической обработки по-

лучаются весьма малые колебания величин (вспомним анализ, проведенный Миллером в своих опытах [94]).

Исследовать какое-нибудь явление с помощью тонкого эффекта Мессбауэра очень "модно". Однако, весьма странно соотносить влияние температуры на сдвиг резонансной частоты с эффектом замедления времени СТО в опыте Паунда и Ребки – это чистая спекуляция. Температурные изменения в большей или меньшей степени влияют на все без исключения физические явления. Время СТО совершенно ни при чем для явно классической области исследования. В противном случае, если совсем чуть-чуть продолжить глобальную претензию релятивистов в близкую область – до плавления образца (когда сам эффект исчезнет), то что нужно декларировать в этом случае: время закончило свой бег, время стало сингулярным или иной бред? Статистический анализ в температурных опытах Паунда и Ребки – дело тоже весьма сомнительное. Определяется влияние температуры (вернее ее изменений) на сдвиг частот (при чем здесь старение?!). Напомним, что температура характеризует разброс скоростей внутри образца. Как же можно приписывать эффект образцу как целому? Вообще странно связывать ход времени с эффектом Доплера или выбирать в качестве индикатора хода времени некоторую частоту конкретного процесса. Пусть имеется система, состоящая из большого числа атомов, возбужденных с помощью частоты ω_1 . Выберем индикатором хода времени в этом образце частоту ω_1 . Когда атомы начнут переходить в основное состояние, они будут излучать. Найдутся также атомы, которые, напротив, будут поглощать фотоны и некоторые из них испытают даже многократное поглощение. В результате в системе дополнительно появится другая частота (даже несколько разных частот). Но, основываясь на этом факте, абсурдно считать, что время изменилось даже для этих избранных атомов, не говоря уже об приписывании изменения хода времени всему образцу и уж тем более всем системам отсчета, с которыми можно мысленно связать наш образец (именно такие глобализации используют СТО и ОТО).

Опыты ОТО

Хотя настоящая глава не посвящена общей теории относительности (ОТО), тем не менее (из-за заявляемого релятивистами единства теории относительности) для полноты картины представим дополнительно некоторые критические замечания к экспериментам. Весьма странно, что в одних случаях релятивисты утверждают об эквивалентности описания (например, опыта Саньяка) как в рамках СТО, так и с использованием неинерциальной системы в рамках ОТО, а в других случаях, вопреки заявляемой эквивалентности гравитационного поля и неинерциальности системы, СТО дает неадекватно малый результат (например, для смещения перигелия Меркурия).

Опыт Хефеля-Киттинга был истолкован в пользу зависимости времени от гравитации (интерпретация фактически означает изменение самой несущей частоты генератора в гравитационном поле). Однако, в таком случае он противоречит интерпретации опыта Паунда-Ребки, где считалось, что генератор дает одну и ту же частоту на любой высоте (и какой-то из опытов нужно исключить из "копилки" теории относительности). Гравитационное смещение в [32] толкуется с энергетических позиций, а куда же исчезло замедление времени в поле тяжести? Попытка избавиться от релятивистской "разногласицы" предпринята в [21]. Однако, "объяснение" результатов опыта в данной статье с помощью модели лифта (обладающего нулевой начальной скоростью) совершенно необоснованно, поэтому нельзя считать сопоставление опыта Паунда-Ребки с опытом Хефеля-Киттинга в пользу гравитационного изменения хода часов. Дело в том, что все формулы СТО и ОТО локальны. Фактически, в данной статье релятивисты пытаются "создать" мысленно единый объект с помощью бесконечно быстрых сигналов. Может ли тот факт, что приемник сейчас каким угодно образом движется внутри лаборатории повлиять на полученный от α -центавра через 4 года фотон? Конечно, нет! Ведь и СТО считает, что сигнал (фотон и его влияние) распространяется со скоростью света (предыстория процесса не включена ни в одну формулу ТО). Поэтому мы

не должны считать скорость лифта в начальный момент равной нулю при "объяснении" опыта Паунда-Ребки. Наоборот, мы должны сообщить свободно падающему лифту такую скорость (она не влияет на удаленный фотон), чтобы в момент приема фотона "прибор" (воспринимающий атом) находился в том же месте, что и реальный покоящийся атом, и тоже имел нулевую скорость. Ясно, что эффект Доплера будет тогда ни при чем, так как он зависит только от скорости, а не от ускорения. Оба атома будут находиться совершенно в одинаковом положении и различие состоит лишь в том, что у одного есть опора снизу, а у второго – нет. Но ведь если мгновенно убрать опору ничего не может измениться в СТО (согласно эффекту Доплера). Однако, для этого конечного состояния фотоны можно было бы послать с разной "глубины", то есть эффект был бы для одного и того же состояния (места) разным. Следовательно, наблюдаемый эффект – это влияние не места нахождения воспринимающего атома, а именно изменившихся свойств самого фотона. Краснеет именно фотон (а не "синее место приема"), что вполне может описываться в классических терминах потери энергии и изменения реальной частоты фотона (а не наблюдаемой частоты). Приведенное в [21] "объяснение" ОТО этого смещения в терминах "посинения энергетических уровней поглощающего атома" весьма сомнительно и по другим соображениям. Поскольку речь идет об отдельном атоме, то данный эффект не может быть "характеристикой места" (часов ОТО). Например, атомы газа всегда (кроме момента столкновения) находятся в свободном падении и никакого смещения в данном месте не наблюдалось бы. В жидкостях и твердых телах атомы тоже находятся в движении (даже при $T \rightarrow 0$). Следовательно, вместо четкого смещения линии (эффект сильно чувствителен даже к скоростям в несколько см/с) наблюдалось бы сплошное размазывание линии. Но в любом случае получается не "всеобщий гравитационный эффект ОТО" [21], а эффект, зависящий от участвующих в данном процессе конкретных нерелятивистских механизмов. В физике не может считаться объяснением манипуляция с математическими

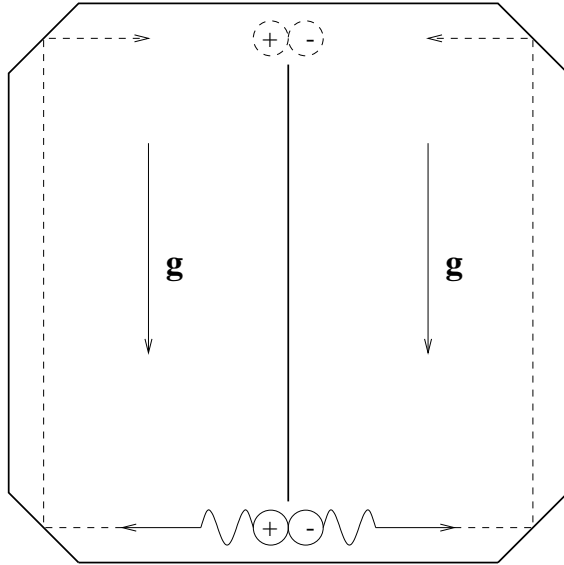


Рис. 3.5: Perpetuum mobile ОТО.

символами (например, условие безмассовости в третьем ”объяснении” [21] – не более, чем гипотеза). То, что объяснение опыта Паунда-Ревки верно именно в терминах энергии (меняется энергия и, значит, частота фотона), ясно из следующего мысленного эксперимента (Рис. 3.5). Пусть в гравитационном поле \mathbf{g} внизу проаннигилировали электрон и позитрон. Отразим два получившихся фотона вверх. Пусть вверху опять произойдет рождение пары частиц. Если энергия фотонов не менялась при подъеме в поле тяжести (вспомним обычный воздух на Земле), то как же мы без затрат энергии подняли частицы в поле тяжести на большую высоту (сообщили им дополнительную потенциальную энергию)? Это вечный двигатель? Подобное противоречие будет еще более выраженным (и без использования вспомогательных отражений), если внизу использовать реакцию иного типа – когда излучается один гамма-квант, а вверху – соответствующую

обратную реакцию.

Резюмируя критику базиса теории относительности, следует вывод о необходимости возврата к классическим Ньютонским понятиям пространства и времени. Мы также возвращаемся к классическому линейному векторному закону сложения скоростей для частиц.

Еще раз о скорости света

Хотя вопрос о скорости света был изложен выше, сформулируем более четко закон сложения скоростей для светового сигнала (для чисто корпускулярной и чисто волновой модели света) на примере одномерного движения. Ось направим от источника к приемнику. Пусть на расстоянии L от приемника источник испустил луч света, отличающийся некоторой частотной характеристикой ω_0 . Тогда, возможны две ситуации.

1) Независимо от природы света, при движении приемника со скоростью v относительно источника скорость получения сигнала (L/t) будет определяться геометрической суммой $c(\omega_0) - v$, а частота воспринимаемого света будет определяться простейшим классическим законом Доплера $\omega = \omega_0(1 - v/c)$. Вопрос о том, какую локальную скорость (когда все измерения проводятся внутри приемника фиксированных размеров) будет регистрировать приемник, совершенно другой: эта величина может зависеть от природы света, устройства приемника, частоты ω и т.д.

2) При движении источника сигнала со скоростью v результат зависит от природы света. Если свет представляет собой поток частиц, то опять получаем линейный классический закон сложения скоростей $c(\omega_0) + v$. В случае, если свет представляет собой волну, мы фактически имеем дело со сложением поступательного и колебательного движения и теоретик не может в явном виде написать зависимость $c[\omega(v)]$ и закон Доплера. Для величины скорости может быть в принципе найдена связь с характеристиками "среды распространения". Напомним, что, например, скорость

звука в газах может быть выражена через следующие величины: молекулярный вес газа, температуру, показатель адиабаты; для твердых тел продольная и поперечная скорость звука выражается через плотность, модуль Юнга и коэффициент Пуассона; для жидкостей нужно знание некоторых эмпирических коэффициентов. Одна из возможных гипотез о скорости распространения света в вакууме будет высказана в Приложениях, где предполагается, что на процесс распространения света основное влияние оказывают виртуальные электрон-позитронные пары. В отношении частоты: только в пределе малых колебаний частота определится из закона Доплера $\omega = \omega_0/(1 - v/c)$. В случае произвольных расстояний, направлений движения, произвольных полей и возможного наличия эфира (для разных моделей света) все зависимости могут существенно усложниться. Таким образом, как определение закона сложения скоростей, так и самой скорости света (опять – не локальной, внутри приемника, а в вакууме между источником и приемником!) и закона Доплера в общем случае является прерогативой опыта.

3.3 Выводы к Главе 3

Поскольку физика является в первую очередь экспериментальной наукой и большинство учебников начинается именно с экспериментального "обоснования" теории относительности, то существовала необходимость (несмотря на наличие логических пробелов СТО) проанализировать релятивистскую интерпретацию ряда экспериментов и показать ее ошибочность. В данной Главе 3 для пустого пространства (с учетом принципа относительности) были подробно проанализированы с корпускулярной и волновой точек зрения эксперименты, приведшие к утверждению СТО. Показано, что все эти эксперименты могли дать только "нулевой результат", так как единственно возможная зависимость скорости света $c(\omega)$ не исследовалась вовсе. Затем были проанализированы те эксперименты, которые якобы подтверждают СТО, и дан ряд методических замечаний.

Глава содержит как общие замечания по экспериментальному обоснованию принципа относительности, теориям эфира, статистической обработке данных и другие, так и конкретное критическое обсуждение aberrации, опытов Майкельсона-Морли, Кеннеди-Торндайка, Айвса-Стилуэла и других. Здесь показана совершенная неадекватность интерпретаций этих опытов в рамках СТО. В конце главы обсуждены такие эксперименты ОТО как опыты Хефеля-Киттинга и Паунда-Рибки и показана неверность интерпретации этих опытов в ОТО. Данная глава продемонстрировала совершенную экспериментальную необоснованность теории относительности.

Глава 4

Динамика специальной теории относительности

4.1 Введение

В предыдущих главах была доказана противоречивость кинематических понятий СТО, необоснованность ОТО, неверность релятивистских интерпретаций ряда ключевых экспериментов (даже если после этого относиться к теории относительности как к мнемоническому правилу, то уж слишком оно громоздкое и неразумное). Хотя этого вполне достаточно, чтобы искать иные, отличные от релятивистских, интерпретации наблюдаемых явлений, тем не менее данная Глава 4 дополняет вышеупомянутую систематическую критику теории относительности. Дело в том, что все учебники, начиная со школьных, настраивают нас на идею так называемого прогресса, основанного на успехах современной науки, одним из оснований которой рекламируют теорию относительности, почему-то упоминая при этом атомную бомбу и ускорители. Основная цель настоящей главы – показать, что даже в единственном казалось бы практическом разделе СТО, а именно в релятивистской динамике, существует множество вопросов, заставляющих сомневаться в обоснованности релятивистских идей и интерпретации результатов.

Известно философское высказывание, четко применимое к СТО: "мы видим в эксперименте то, что хотим там увидеть". Подготавливают подобное отношение и усугубляют ситуацию теоретики, которые "варятся в собственном соку" и в любом эксперименте готовы видеть лишь подтверждение своих манипуляций с математическими символами (хотя автор тоже принадлежит к теоретикам). Существующие неопределенности теории (кстати тщательно маскируемые в СТО) позволяют в значительных пределах варьировать интерпретацию экспериментов. А далее неполнота экспериментов маскируется "нужным образом" проведенной статистической "подгонкой" данных ("обрезанием" данных под желаемый результат).

При выводе уравнений движения электрического заряда и уравнений поля в курсах теоретической физики пытаются создать иллюзию однозначной "идиллии". Но в таком случае уравнениями любых полей были бы уравнения Максвелла, а все силы были бы Лоренцова типа и имели бы в статическом случае вид закона Кулона. Для гравитационного поля такая альтернатива общей теории относительности (ОТО) может обсуждаться (с некоторыми дополнениями и изменениями). Однако, в общем случае ситуация иная: например, ядерные силы не пропорциональны R^{-2} . Существует множество контрпримеров различных полей и сил. Следовательно, теоретическая физика, в том числе подход СТО, не может исключительно из своих собственных принципов детерминировать все существующие явления. Это исключительная прерогатива опыта. (Кроме того, экспериментатор должен быть принципиально готов к тому, что любая теория может оказаться неточной или даже неверной.)

Удивляет также апологетическая реклама СТО. Например, пафосное утверждение [39] о том, что "соотношение между массой и энергией лежит в основе всей ядерной энергетики" не имеет под собой основания ни в историческом, ни в практическом плане. Это соотношение не имеет никакого отношения ни к открытию элементарных частиц и радиоактивности, ни к изучению спонтанного и вынужденного распада ядер урана, ни к опреде-

лению стабильности ядер, ни к установлению возможных каналов ядерных реакций и возможности практического выбора между ними, ни к технологии разделения изотопов, ни к практическому использованию выделившейся энергии и т.д.. Таким образом, соотношение между массой и энергией не имеет отношения ни к одной ключевой стадии развития ядерной энергетики. Даже к определению выделяемой энергии в конкретной известной реакции это соотношение не имеет отношения (как это ни парадоксально). Потому что исторически все происходило в иной последовательности: вначале обнаруживалась некоторая реакция, которая детектировалась именно по выделению энергии. А далее можно вводить различными способами расчетные функции – комбинации из математических символов. Непосредственно определить изменение массы в происходящей ядерной реакции, как правило, вообще невозможно технически. Даже если пользоваться сомнительными теоретическими интерпретациями, то попытка определить изменение массы получится слишком грубым и дорогостоящим удовольствием. Таким образом, соотношение между массой и энергией играет в практическом плане роль школьных математических упражнений на обратные подстановки, так как желаемый результат уж обязательно получится из расчетных данных, сведенных в таблицу *post factum*.

4.2 Динамические понятия СТО

Итак, перейдем теперь к более сложному вопросу о динамических понятиях СТО. Казалось бы, это в релятивистской кинематике нет прямых экспериментальных сравнений физических величин для двух систем, движущихся друг относительно друга (только сомнительные интерпретации), а в релятивистской динамике все в порядке (по логике релятивистов – работают же ускорители). Попробуем разобраться с динамическими понятиями, хотя бы потому, что релятивистская динамика в современной интерпретации апологетов СТО опирается на совершенно неверную релятивистскую кинематику.

Начнем с общих замечаний. Беспредельное распространение идеи относительности всех величин в СТО совершенно необоснованно. Действительно, пусть два тела находятся на расстоянии \mathbf{r} друг от друга, имея относительную скорость \mathbf{v} . Тогда результат взаимодействия этих тел в момент $t + dt$ не определяется названными характеристиками, а зависит от всей предыстории движения. Поскольку воздействие распространяется с конечной скоростью, то на первое тело в момент t_1 будет влиять не реальное второе тело (в момент t_1) со своими координатами и скоростью, а некоторый его "образ" из предыдущей точки траектории, откуда успело дойти влияние к моменту t_1 . Таким образом, любая физическая величина (например, сила) не может зависеть только от относительной скорости в тот же момент времени. Единственное исключение составляет лобовое столкновение точечных частиц, при котором $\mathbf{r} = 0$. Следовательно, либо нужно применять более сложные уравнения вместо локальных дифференциальных уравнений (учитывать предысторию), либо отказываться от идеи относительности всех величин. Даже само понятие "относительной скорости в данный момент времени" становится неопределенным, поскольку любое реальное влияние будет определяться характеристиками в предшествующие моменты времени. А ведь СТО органически не знает абсолютной скорости (только относительную). Это уже приводило к конфузу. Например, Эйнштейн фактически считал, что абберрация зависит от относительной скорости Земли и звезды [40]. Однако, опыт показывает только зависимость абберрации от скорости Земли, а скорость звезды не влияет вовсе. Несмотря на громадный разброс скоростей звезд, абберрация на Земле фиксируется одинаковой для всех звезд. Куда же делась относительная скорость? Фактически, уже этот факт является опровержением первоначальной концепции СТО. Аналогичное опровержение СТО получается в задаче о катушке в магнитном поле: движение катушки сразу индуцирует в ней ток, а движение магнита (согласно конечности скорости взаимодействий) – только через некоторое время. Нет симметрии задачи и зависимость только от относительной

скорости явно недостаточна.

Понятие массы

Перейдем теперь к более конкретным динамическим понятиям. Начнем с понятия "массы". Чтобы корректно в СТО ввести новое физическое понятие "массы движущегося тела" нужно вначале определить процедуру измерения подобных движущихся масс, независимую от любой теории. (Или в ОТО для "массы тела в гравитационном поле": отличие гравитационной массы от инертной, вопреки собственному постулату.) Причем это должно быть именно измерение, а не пересчет, например, через опять-таки постулируемую формулу для энергии или импульса. Иначе теория пытается "сама себя удерживать за волосы". Такой процедуры измерения для СТО не существует.

Физическое понятие "масса" не имеет прямого отношения ко всем тем формулам (математика), в которые может входить буква "m". Для базисного понятия массы существует единственно четкое – эталонное определение. Оно определяет массу именно в состоянии покоя (например, для эталона длины тоже существуют условия – температурные). И не стоит "изобретать велосипед". В движении масса просто не определяется, хотя буква m может входить в самые разнообразные формулы, содержащие \mathbf{v} , \mathbf{a} и т.д.. Это разные вещи! Поэтому определение элементарного понятия массы через более сложно определяемые понятия энергии и импульса (зависящие от теории, интерпретации, состояния системы и др.) – это физический нонсенс (хотя, возможно, корректный математически). Так можно "дойти" до абсурда и простое понятие скорости определять как $\mathbf{v} = \mathbf{p}c^2/E$. Заметим, что любой эксперимент, в том числе измерительный, должен быть предельно четко определен в отношении всех условий его проведения. А вообще говоря, "объяснения" и "определения" теоретической физики (например, в СТО) часто представляют собой отход от физического понимания и наукообразное прикрытие сути величин за (часто корректными) математическими преобразованиями.

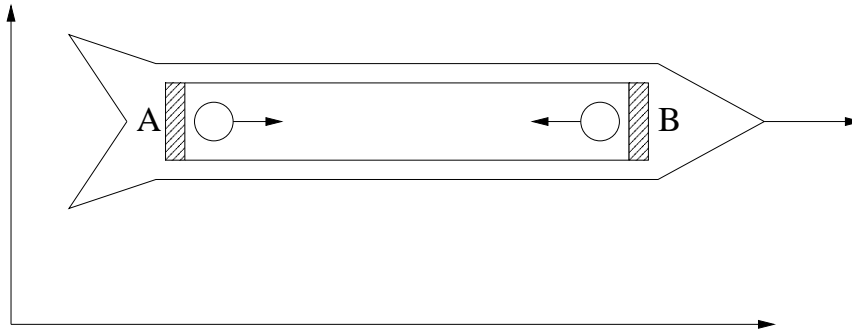


Рис. 4.1: Центр масс трубы с ядрами.

Понятие центра масс

Даже такое простое понятие как "центр масс системы" в СТО становится неоднозначным при взаимном движении составных частей системы. Так в [32] рассматривается "парадокс центра масс": в системе отсчета ракеты одновременно с двух концов внутрь трубы выстреливаются два одинаковых пушечных ядра, а концы трубы тут же наглухо закрывают заглушками A и B (Рис. 4.1). В классической физике никаких противоречий не возникает: центр масс в любой системе отсчета всегда будет совпадать с центром трубы. Он может быть определен разными способами, а именно: взвешиванием и прямым расчетом (масса и расстояния инвариантны в классике), как центр нулевого импульса, как центр барионного числа (числа нуклонов в ядрах), как центр гравитационного притяжения. Понятие центра барионного числа в [32] объявляется "непродуктивным", так как мировая линия этого центра оказывается не связанной с законами СТО (то есть просто им противоречит!). В СТО гравитация органически не включена и следовало бы перейти к ОТО, а в книге [32] декларируется о совпадении в лабораторной системе центра гравитационного притяжения с серединой трубы (но при этом исследуется "центр нулевого импульса"). Однако, сразу после первого столкновения с заглушкой (неодновременного в лаборатор-

ной системе) приходится отказаться от универсальности СТО и вспоминать о конкретном механизме компенсации (для спасения СТО) – об акустических волнах в трубе и переносе ими энергии (массы). Эти волны, распространяющиеся от концов трубы затем гасят друг друга. Но ведь тогда придется постулировать разную скорость акустических волн в разных системах для двух противоположных направлений. А если мы будем менять материал трубы и геометрические характеристики эксперимента? А если трубы нет вовсе, есть только заглушки очень большой массы, а чувствительность локальных гравитационных измерений будет позволять определять движение ядер? Как в перечисленных случаях быть с механизмом компенсации?

Если в данной задаче мы будем определять массу по передаче импульса на заглушках A и B или параллельных им препятствиях (“продольная” масса), то получим некоторую одну мировую линию центра масс. Если же массу определять по давлению на дно трубы (от гравитации; от электрической силы для заряженных ядер или от магнитной силы для ядер-магнитов и т.д.), то для этой (“поперечной”) массы будут другие мировые линии. Вообще, в СТО все эти мировые линии будут различны. Какое-то нужно постулировать не имеющими смысла (непродуктивными для СТО), в каких-то случаях переходить к конкретным механизмам, “объясняющим” противоречие, а в каких-то случаях постулировать изменение объективных характеристик. Например, пусть заглушка держится за массивную трубу с усилием, чуть большим, чем может быть сорвана ядром с “релятивистской” массой в системе отсчета ракеты. Тогда в лабораторной системе одно из ядер (теперь с большей “релятивистской” массой) выбьет заглушку. Так жив наблюдатель сзади этой заглушки или мертв? Или опять для спасения СТО нужно постулировать, что предел удержания заглушки в СТО не является объективной характеристикой (зависит от системы отсчета)? А если на концах трубы на дне будут “ловушки”, чтобы в системе ракеты масса (“поперечная релятивистская”) была чуть-чуть недостаточна, чтобы ядро туда провалилось. Тогда снова в лабораторной си-

стеме одно из ядер (с большей "релятивистской" массой) провалится. Опять постулируем для спасения СТО изменение порога прочности? Заметьте, что придется постулировать разные пороговые характеристики: продольные и поперечные (вообще, тензорные). Не слишком ли велика цена СТО – цена постулирования утраты множества объективных характеристик? Не слишком ли много проблем, вопросов и противоречий "на пустом месте", там, где в классической физике все было элементарно? А ведь от понятия центра масс СТО отказаться не может – на нем основан Эйнштейновский вывод эквивалентности $E = m_0 c^2$ для "массы покоя".

Силы в СТО

СТО не дает ничего полезного в кинематике и для динамических понятий. Получается, что все это огромное число дополнительных сложностей возникает только из-за того, что электромагнитная сила Лоренца "сложно" зависит от скорости (вернее от ускорения)?! Вообще говоря, реальные силы должны определяться из опыта. Известны силы

$$\mathbf{F} = \text{const}, \quad \mathbf{F} = \mathbf{F}(t), \quad \mathbf{F} = \mathbf{F}(\mathbf{r}),$$

$$\mathbf{F} = \mathbf{F}(t, \mathbf{r}, \mathbf{v}), \quad \mathbf{F} = \mathbf{F}(d^3\mathbf{r}/dt^3)$$

и т.д. в самых разных комбинациях. Из обобщенной записи

$$\mathbf{F} = \mathbf{F}(t, \mathbf{r}, \dot{\mathbf{r}}, \dots, d^3\mathbf{r}/dt^3, \dots)$$

видно, что любая производная, в том числе и вторая, ничем не выделена и только эксперимент может определить разновидности сил, реализующихся в природе (например, вспомним предложенную Вебером задолго до СТО формулу, где сила зависела также от ускорения). Например, релятивистское уравнение движения с силой Лоренца $\mathbf{F}(t, \mathbf{r}, \dot{\mathbf{r}})$ может быть записано как классический второй закон Ньютона с силой $\mathbf{F}(t, \mathbf{r}, \dot{\mathbf{r}}, \ddot{\mathbf{r}})$. Не стоит также преувеличивать возможности методов получения выражений

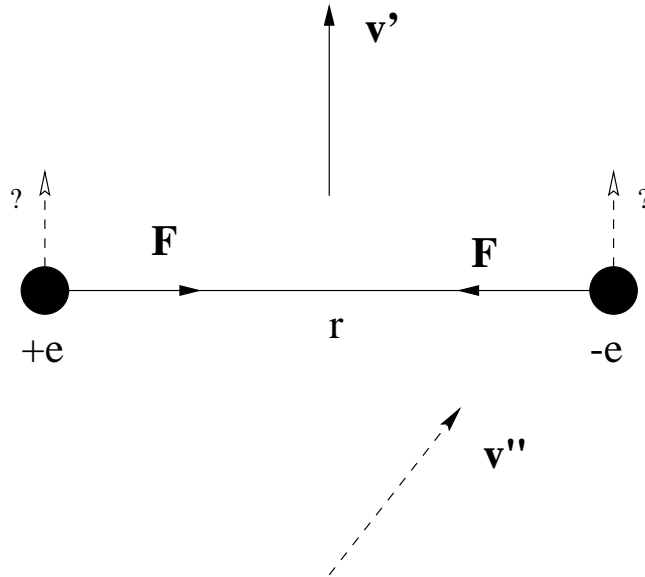


Рис. 4.2: Параллельно летящие заряды.

из функции Лагранжа, так как эта функция сама определяется с точностью до некоторого разложения и не может детерминировать принципы.

Методически совершенно непонятным выглядит в СТО преобразование сил при переходе от одной системы отсчета к другой. Например, рассмотрим два одинаковых по модулю заряда $+e$ и $-e$, находящиеся на расстоянии r друг от друга (Рис. 4.2). В системе отсчета, связанной с покоящимися зарядами, между ними действует электрическая сила $F = e^2/r^2$. Посмотрим теперь на те же заряды из системы, движущейся со скоростью \mathbf{v}' перпендикулярно линии, соединяющей заряды. В этой системе заряды летят параллельно друг другу. Согласно СТО [17,31] теперь между зарядами действует сила

$$F' = Ge^2/r^2, \quad \text{где} \quad G = \sqrt{1 - v^2/c^2}.$$

С какой физической величиной связать коэффициент преобразования G ? Заряд в СТО инвариантен. Перпендикулярное движению расстояние r тоже не изменяется. Неужели силы в СТО утрачивают свои физические причины? Еще одна странность: если скорость наблюдателя \mathbf{v}' имеет составляющую вдоль линии, соединяющей заряды, то сила, действующая на заряды, имеет компоненту, перпендикулярную к линии, соединяющей заряды (то есть картина движения совершенно меняется).

Совершенно необоснованным является мнение Эйнштейна о том, что незаряженные тела должны под действием сил вести себя так же, как и заряженные: все силы должны преобразовываться одинаковым образом. Еще Пуанкаре писал, что мы не можем произвольно "отсоединить" некоторую силу от одного тела и произвольно "присоединить" к другому телу. Уж если некоторая сила (например, электрическая) действует на одни тела (заряженные) и вовсе не действует на другие тела (незаряженные), то тем более не очевидно, что зависимости от скорости при преобразованиях всех сил должны быть одинаковы. Даже в рамках СТО это очередная ничем не подтвержденная гипотеза. Возможно, преобразование сил имеет отношение только к единственному частному случаю – силе Лоренца. Да и то здесь есть нюансы. Например, при переходе к движущейся системе величина магнитной силы может обратиться в нуль. Это проявления условности разделения единой силы на электрическую и магнитную силы, не так ли? Тогда зачем такое внимание заострять на инвариантности при преобразованиях условно выделенных электрических и магнитных полей (и сил)?

Вообще говоря, сама идея преобразования сил при переходе от одной системы наблюдения к другой системе представляет собой нонсенс для всей экспериментальной физики. Действительно, написание арабских цифр на динамометре не зависит от движения наблюдателя, то есть показания динамометра, фиксирующего силу, не изменятся от движения наблюдателя. Сила действует между "источником" этой силы и конкретным "объектом" ее приложения, а движение каких-то посторонних глаз

здесь совершенно не при чем (то есть сила может определяться только свойствами источника, объекта и их взаимным движением).

Энергия и импульс в СТО

Начнем с замечания по поводу единиц измерения. Выражение импульса и энергии в единицах массы не может дать ничего полезного, так как эти величины невзаимозаменяемы, число совместных операций с ними (и комбинаций) ограничено и все равно за ними приходится следить как за разными физическими величинами. Стоит ли вносить путаницу в достаточно хорошо согласованные единицы размерностей?

Является ли единственным подход СТО к релятивистской динамике? Вовсе нет! В классической физике разделение энергии на кинетическую и потенциальную может быть довольно условным. Например, в статистической физике при описании движения в неинерциальных вращающихся системах к потенциальной энергии фактически относят среднюю кинетическую (!) энергию движения системы: из $v_\varphi = \Omega\rho$ образована $E = m\Omega^2\rho^2/2$. Существует другой поучительный пример из гидродинамики, когда вводится понятие присоединенной ("эффективной") массы для описания движения тела сквозь среду. Ясно, что настоящая масса не изменилась в этом случае. Точно также и в релятивистской механике новая "скоростная" добавка к ускорению может быть связана с потенциальной энергией тела, а кинетическую энергию тела можно оставить неизменной и рассматривать классические уравнения Ньютона, но с другой "эффективной" силой и постоянной массой m_0 .

Вопреки утверждениям СТО о важности и необходимости введения 4-векторов, даже для трех взаимодействующих частиц выражения

$$E = \sum_i m^{(i)} c^2 \gamma^{(i)}, \quad \mathbf{P} = \sum_i m^{(i)} \mathbf{v}^{(i)} \gamma^{(i)},$$

где

$$\gamma^{(i)} = \frac{1}{\sqrt{1 - v_i^2/c^2}}$$

не составляют 4-вектора и не сохраняются. Сложности вызывает и введение потенциальной энергии взаимодействия частиц. Неужели СТО – это теория двух тел? Где же заявляемая всеобщность (универсальность)? Аналогичные сложности возникают при построении функций Лагранжа и Гамильтона для систем взаимодействующих частиц.

Предельный переход к классической энергии тоже противоречив. Выше говорилось об условии такого перехода $c \rightarrow \infty$. Но тогда не только энергия покоя, но и любая энергия будет $E = \infty$ в СТО. Не является последовательной и запись релятивистского импульса в форме [25] $\mathbf{P} = m(d\mathbf{r}/d\tau)$, так как $d\mathbf{r}$ относится к неподвижной системе отсчета, а $d\tau$ (собственное время) относится к движущейся системе (телу).

Предельный переход к малым скоростям для многих величин порождает ряд вопросов. Все формулы должны переходить к Ньютону виду, когда скорость передачи взаимодействий предполагается бесконечной (например, функция Лагранжа, действие, энергия, функция Гамильтона и др.). Однако, мы видим [17], что это не так: 4-скорость переходит в набор четырех чисел $(1,0,0,0)$ и ничего не означает, 4-ускорение – тоже; интервал $S \rightarrow \infty$ и величина dS зависит от порядка предельного перехода; стремятся к нулевому набору компоненты 4-силы и т.д.. Это наглядно показывает, что все упомянутые релятивистские величины и выражения не могут иметь самостоятельного физического смысла.

Уравнения Максвелла

Следующее краткое замечание касается уравнений Максвелла. Напомним, что они получены феноменологическим обобщением опытных фактов при малых скоростях (взята аналогия с гидродинамикой). Следовательно не стоит ожидать, что они угада-

ны в окончательной форме. Уравнения Максвелла (или волновое уравнение) определяют фазовую скорость, в то время как у теории относительности есть "претензия" на максимальную скорость сигналов (групповую скорость). Фактически, мы всегда имеем дело с конкретным светом, поэтому этот факт должен быть отмечен некоторым индексом: вместо c нужно писать параметрическую зависимость $c(\omega)$ и волновое уравнение будет уравнением для Фурье-гармоники. Требование инвариантности этих уравнений относительно преобразований координат и времени весьма зыбкое, так как поля и уравнения для них можно ввести множеством способов, лишь бы измеряемые воздействия этих полей соответствовали реально наблюдаемым в экспериментах величинам. Так, например, в [80] показано, что существуют нелокальные преобразования полей, сохраняющие уравнения Максвелла с неизменным временем. В [14] показано, что можно ввести нелинейные и нелокальные преобразования, чтобы при определенных трансформациях полей уравнения поля были инвариантны относительно преобразований Галилея.

Продемонстрируем методическое противоречие общепринятых преобразований для полей. Пусть имеются два бесконечных незаряженных параллельных провода. Пусть в обоих проводах электроны движутся в одном направлении с постоянной скоростью относительно положительно заряженного остова, то есть имеем одинаковые плотности токов \mathbf{j} . Тогда для классического случая в выражении для поля величина

$$jdV = en(v_+ - v_-)dV$$

является инвариантом, то есть поле H_{\perp} и воздействие этого поля не зависит от скорости движения системы. Для релятивистского же рассмотрения (так как $\mathbf{E} = 0$) имеем

$$H_{\perp} = \frac{H_{\perp}^0}{\sqrt{1 - v^2/c^2}},$$

то есть поле зависит от скорости движения наблюдателя. Однако, следующие два случая очевидно равноправны:

(1) система со скоростью $\mathbf{v}_{obs} = 0$, то есть наблюдатель покоится относительно остова, а электроны движутся со скоростью \mathbf{v} , и
 (2) система движется со скоростью $\mathbf{v}_{obs} = \mathbf{v}$, то есть наблюдатель покоится относительно электронов, а остов (положительные ионы) движется в противоположном направлении со скоростью $-\mathbf{v}$ (тот же самый ток). Релятивистская же формула дает для этих случаев разные значения H_{\perp} (и воздействий полей), что абсурдно. Кроме того, совершенно противоречивым оказывается описание в СТО переходов от одной инерциальной системы к другой для трехмерной ситуации с ненулевыми токами (например, с пучками заряженных частиц).

Разберем теперь "принципиальный" вопрос об инвариантности уравнений Максвелла, широко разрекламированный в СТО. Инвариантность уравнений Максвелла относительно преобразований Лоренца совершенно ничего не означает для других явлений. Во-первых, уравнения Максвелла – это уравнения для полей в пустом пространстве. В таком пространстве мы можем отрезать половину отрезка и увеличить ее вдвое – получим такой же отрезок. Поэтому в пустом математическом пространстве можно пользоваться любыми системами отсчета, непротиворечивыми геометриями и переводными коэффициентами. Это может определяться только лишь удобством математического описания. Однако, мы не можем просто разрезать живой организм и увеличить его вдвое под микроскопом – организм умрет. Наличие в пространстве реальных физических тел и полей задает естественные реперные точки, характерные масштабы и взаимосвязи между объектами. Все это определяет отличия реального физического пространства от пустого математического пространства. Во-вторых, свойство некоторых взаимодействий распространяться в вакууме со скоростью света не детерминирует скорость распространения взаимодействий в среде. Несмотря на огромную роль электромагнитных взаимодействий, возмущения в средах распространяются со скоростью звука. По одной константе c , относящейся к вакууму, невозможно определить (для нашего "электромагнитного" мира) скорости звука и света в га-

зах, жидкостях и твердых телах. Не ясно, как в изотропном пространстве могла бы возникнуть анизотропия реальных твердых тел. Все эти и многие другие свойства выходят за пределы применимости уравнений Максвелла в пустоте. Следовательно, подгонять свойства всего мира под инвариантность этих уравнений – слишком завышенная претензия СТО. В-третьих, разбиение единого по своему действию поля на электрическую и магнитную части довольно условно и в значительной мере произвольно. Поэтому инвариантность этих искусственно выделенных частей не может иметь решающего значения. Наличие коэффициентов ρ, ϵ, μ (зависящих от координат, времени, свойств света и др.) для уравнений Максвелла в среде делает эти уравнения неинвариантными относительно преобразований Лоренца (или опять нужно отменять объективность характеристик среды).

Дополнительные замечания

В классической физике все понятия имеют четко определенный смысл и не надо их подменять суррогатами. Пусть релятивисты выдумывают своим новым понятиям (вернее сочетаниям символов) иные названия. Релятивистское определение координат центра инерции [17]:

$$\mathbf{R} = \frac{\sum E\mathbf{r}}{\sum E}$$

не имеет физического смысла, так как в СТО центр инерции одной и той же системы движущихся частиц оказывается различен в разных системах отсчета. Значит он не выполняет своего функционального назначения центра равновесия. Пусть мы имеем массивный плоский ящик, в котором движутся массивные шарики. Пусть в классическом случае центр инерции всей системы в процессе движения и столкновения шаров всегда совпадает с центром ящика. Тогда в классическом случае мы можем его уравновесить (например, в поле тяжести Земли или ином поле) на опоре малого сечения (Рис. 4.3) и равновесие будет сохраняться. В СТО, напротив, если мы только посмотрим на эту систему

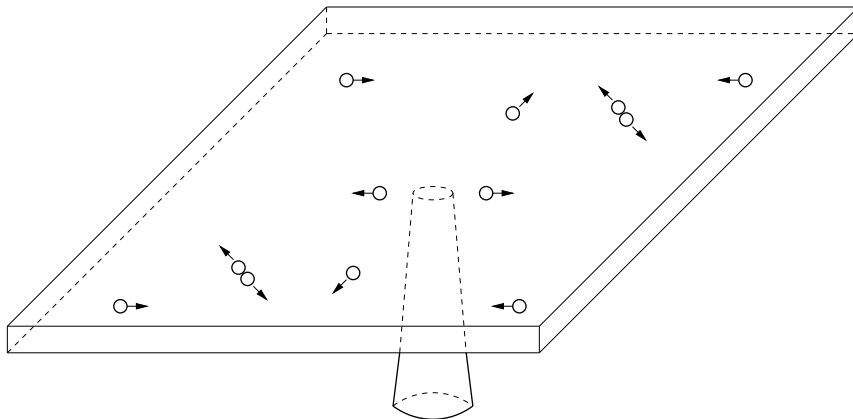


Рис. 4.3: Центр инерции системы и равновесие.

из быстро движущейся релятивистской ракеты, то центр инерции может оказаться не над опорой и равновесие будет нарушено. Замечательная объективность СТО: чтобы не нарушать равновесие плазмы в управляемом термоядерном синтезе, просьба релятивистским ракетам не летать и не подглядывать за экспериментом.

Релятивистская связь массы и энергии на самом деле ничего принципиального не отражает. Действительно, классическое выражение кинетической энергии

$$E = \frac{mv^2}{2}$$

и релятивистское выражение

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

ничем существенным (качественно) не отличаются. Обе эти величины являются расчетными величинами. Попытка измерить эти величины (то есть градуировка прибора) зависит от интерпретации теории, так как эти величины не могут определяться из

сравнения с эталоном. Поскольку в релятивистское выражение энергии

$$E = \frac{mc^2}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$$

кроме массы входят и другие величины, то при любых возможных взаимосвязях масса и энергия останутся разными (неэквивалентными, независимыми) величинами. Даже для так называемой "энергии покоя" $E = mc^2$ не может идти речь о взаимных превращениях массы и энергии. Дело в том, что при аннигиляции (единственный кандидат на подобный процесс) образуются фотоны, для которых "масса движения" постулируется в СТО по той же самой формуле. Следовательно, и в этом случае речь идет просто о взаимных превращениях частиц. Не говоря уже о том, что "энергия покоя" – это только гипотеза СТО, так как теория приводит все к той же неопределенной константе, как и в классической физике.

Обратим внимание также на инвариантность формулы $E = mc^2$ в рамках СТО: масса инвариантна, скорость света – тоже. Однако энергия представляет собой 4-вектор. Если попытаться включить в энергию тела кинетическую энергию его молекул, движущихся с разными скоростями \mathbf{v}_i , то при переходе в движущуюся систему эти скорости будут по-разному складываться со скоростью тела как целого. В результате взаимосвязь оказывается нарушенной и в новой системе эта формула оказывается просто релятивистским определением некоторой "буквы E ".

СТО пытается с принципиальных позиций "воевать с ветряными мельницами": например, с понятием абсолютно твердого тела. Однако, в классической физике никто не вкладывает буквального смысла в абстракцию абсолютно твердого тела. Всем очевидно, что абсолютно твердых тел не бывает даже при совсем нерелятивистских скоростях (отметим роль ускорений, точнее сил, в этом вопросе, вспомнив обычные столкновения машин на дорогах). Просто при описании некоторых движений влияние деформаций пренебрежимо мало или несущественно для изучаемого явления и тогда, только для упрощения математических

выкладок, используется абстракция абсолютно твердого тела. СТО пытается принципиально считать элементарные частицы точечными [17] и сразу же сталкивается с другой принципиальной проблемой – сингулярностью ряда величин.

Перейдем теперь непосредственно к замечаниям по релятивистской динамике (теории столкновений и законам движения заряженных частиц).

4.3 Критика общепринятой интерпретации релятивистской динамики

Для начала, во избежание ряда недоразумений, необходимо сделать несколько замечаний касательно релятивистской механики. Во-первых, подтверждение с экспериментальной точностью законов движения (конечных наблюдаемых результатов) вовсе не может являться доказательством и оправданием всех методов, с помощью которых можно прийти к этим результатам. Как конечные результаты, так и исходные положения и промежуточные рассуждения и выкладки должны быть верны сами по себе! Во-вторых, из ошибочности основных положений специальной теории относительности о пространстве и времени вовсе не следует возврат к классической механике для описания реального движения частиц. Это две никак не связанные теории. Классическая механика – это модельная теория; она предполагает: тела абсолютно твердыми; столкновения двух материальных точек (фактически, двух абсолютно твердых упругих шаров, радиусы которых в пределе устремлены к нулю) абсолютно упругими; кинетическая энергия и импульс полностью сосредоточены в движении тела как целого и обмен ими происходит мгновенно. Ни классическая механика, ни теория относительности не изучают процессы внутри сталкивающихся частиц; при больших скоростях появляется лишь дополнительный вопрос об учете конечности скорости передачи взаимодействий.

Естественно, что учет конечности времени передачи и рас-

пространения взаимодействий приводит к изменению реально наблюдаемого движения частиц. Появляется дополнительная зависимость величин от скорости, например, для эффективной массы. Качественно это можно понять из следующей элементарной механистической модели. Рассматриваем одномерный случай. Пусть источник постоянно и равномерно испускает одинаковые частицы, летящие с некоторой постоянной скоростью v_1 вдоль некоторой прямой. В какое бы место этой прямой мы не поместили покоящееся пробное тело, на него будет действовать постоянная сила давления (от налетающих частиц). Если же позволить пробному телу двигаться от источника со скоростью v , то число достигающих его частиц в единицу времени уменьшится. Это можно интерпретировать как уменьшение эффективной силы или увеличение эффективной массы. В пределе $v \rightarrow v_1$, когда свободное пробное тело ускорится под действием частиц, эффективная масса стремится к бесконечности.

Разумеется, выводить количественные зависимости из этой классической механистической модели нельзя, так как сами столкновения нельзя считать абсолютно упругими и мгновенными. Напомним только, что существует классическая модель Лоренца (деформируемый шар), которая описывает динамику электрона (m_{\perp} и m_{\parallel}). Возможно также получение классического уравнения движения частиц на пути нелокальности или нелинейности [14,15,80]. Релятивистские эффекты можно также получать, предположив изменение эффективного заряда. В планы настоящей книги не входит анализ всех возможных альтернативных путей развития механики и выбор между ними.

Перейдем теперь непосредственно к релятивистской динамике. СТО совершенно непоследовательна при рассмотрении ускорений и, вообще, динамики частиц. Преобразования Лоренца, из которых следует вся СТО, не могут накладывать ограничений на ускорения тел и на изучение ускоренных систем. Однако, в этом случае ряд нестыковок СТО с экспериментом стал бы слишком заметным. Поэтому СТО искусственно декларирует, что изучение ускоренных (неинерциальных) систем – это прерогатива

ОТО. Но последовательное применение этой декларации оставило бы от СТО только сами преобразования Лоренца и закон сложения скоростей (то есть часть кинематики). Чтобы поднять "значимость" теории, сначала в СТО формально математически вычисляют 4-ускорение, а затем формально "выводятся" уравнения релятивистской динамики. Но как же быть с преобразованием сил? В этом случае вопреки собственной декларации приходится преобразовывать одну ускоренную частицу (при $v \neq 0$) в "другую" ускоренную частицу (при $v = 0$). Преобразование электромагнитных полей тоже противоречит заявленным самоограничениям, так как поля, введенные общепринятым образом, отражают только действие электромагнитных сил (силовой подход) и ничего более. Казалось бы "значимость" теории можно поднять, объявив эквивалентность подходов СТО и ОТО. Однако, в ряде задач применение СТО и ОТО приводит к разным количественным результатам. Эти нестыковки приводят к необходимости жертвовать какой-то из релятивистских теорий (вернее обеими).

О подтверждаемости законов сохранения СТО

Далеко не так однозначны, как представляют релятивисты, подтверждения СТО ядерной физикой и физикой элементарных частиц. Заметим, что одно уравнение может проверять не более одной зависимости между физическими величинами (вспомним Пуанкаре). При этом все входящие в это уравнение физические величины должны быть заранее определены независимым образом, иначе это будет не закон, а постулативное определение некоторой неизмеренной величины. Подтверждаются ли релятивистские законы сохранения? Часто просто постулируются свойства новой частицы, например, постулирование свойств происходит всегда при образовании или участии нейтральных частиц. Может именно поэтому так много частиц развелось (чтобы прикрыть платье "голого короля")? Рассмотрим подробно разбираемую с целью демонстрации "возможностей" СТО реакцию из

книги [32]:

$$H^2(\text{быстрый}) + H^2(\text{покоящийся}) \rightarrow H^1 + H^3.$$

Даже для такой "демонстрационной" реакции оказывается:

- 1) невозможно измерить кинетические энергии всех участвующих частиц, следовательно, закон сохранения энергии не проверен;
- 2) в полном балансе энергии-импульса участвуют несколько уравнений СТО, которые еще не проверены (в результате проверяемые величины становятся просто постулированными);
- 3) в выражении баланса импульсов импульсы приходится искусственно выделять по направлениям и нет гарантии, что выделенные частицы принадлежат одному и тому же акту взаимодействия (и еще не разделены по месту и времени образования);
- 4) нет также допусков на углы разлета частиц, что делает сомнительной указанную в книге относительную точность $2 \cdot 10^{-6}$ (ведь даже энергия дейтрона измерена только с относительной точностью 10^{-3} !);
- 5) непосредственно сам процесс любого столкновения, особенно при больших углах разлета частиц, представляет собой ускоренное движение заряженных частиц. Следовательно, всегда должно наблюдаться некоторое излучение. Однако, кроме случаев непосредственной регистрации гамма-квантов, нигде не встречается учет энергии и импульса возникающего поля. Таким образом, баланс в законах сохранения не проверен. Просто величинам, не измеренным независимым образом, приписано такое значение (запостулировано), чтобы не было противоречий с СТО. И эту сплошную цепь постулирований СТО пытается продолжить до бесконечности.

Некоторые релятивистские решения и следствия

Рассмотрим парадокс преобразования сил. Пусть мы имеем два покоящихся разноименных заряда e_1 и e_2 , разделенных двумя параллельными плоскостями, находящимися друг от друга на

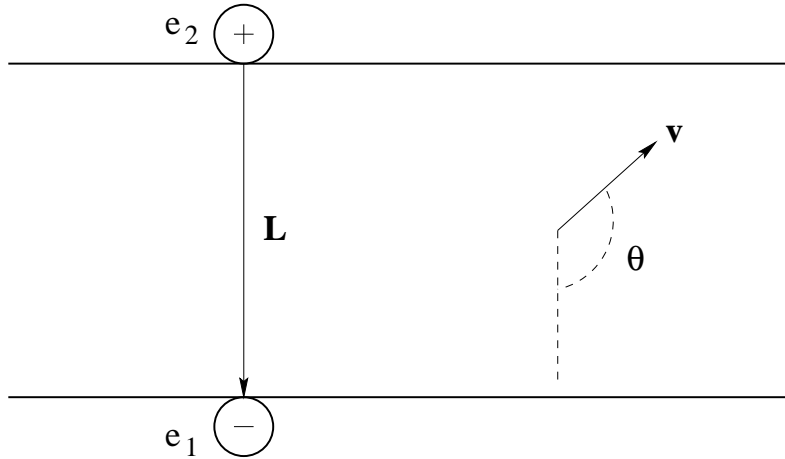


Рис. 4.4: Парадокс преобразования сил.

расстоянии L (Рис. 4.4). Вследствие притяжения друг к другу заряды находятся на минимальном расстоянии L друг от друга. (Они находятся в безразличном равновесии по отношению к системе плоскостей.) Поставим на плоскости под каждым зарядом метку или поставим рядом наблюдателей. Будем наблюдать теперь за этой системой зарядов из релятивистской ракеты, движущейся со скоростью \mathbf{v} . Пусть θ – угол между векторами \mathbf{v} и \mathbf{L} . Определяя электромагнитные силы, действующие между этими зарядами в системе отсчета ракеты [17], будем интересоваться тангенциальными составляющими сил, т.е. компонентами сил вдоль плоскостей. На заряд e_1 действует сила

$$F_{\tau} = \frac{e_1 e_2 (1 - v^2/c^2)(v^2/c^2) \sin \theta \cos \theta}{L^2 (1 - v^2 \sin^2 \theta/c^2)^{3/2}} \neq 0. \quad (4.1)$$

Следовательно, заряды сместятся из своего первоначального положения. Пусть шары будут иметь огромные заряды, L будет мало ($L \rightarrow 0$), а v будет велико ($v \rightarrow c$). Пусть наблюдатели удерживают шары тоненькими ниточками. Порвутся ли они? Ответ

зависит от системы наблюдения. Кто же из наблюдателей прав? Таким образом, имеем очередное противоречие СТО.

Рассмотрим теперь некоторые частные задачи. Методически парадоксальным является описание движения заряженной e частицы массы m_0 в постоянном однородном электрическом поле $E_x = E$ (см. [33]). Действительно, в классической физике траектория при $v_y = v_0$ - парабола:

$$x = eEy^2/(2m_0v_0^2),$$

а в СТО - цепная линия

$$x = \frac{m_0c^2}{eE} \left(\cosh \left[\frac{eEy}{m_0v_0c} \right] - 1 \right).$$

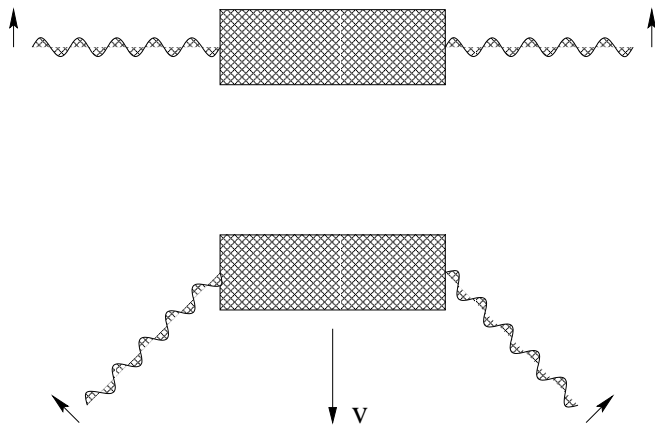
Но при больших y релятивистская траектория близка к экспоненте, то есть является более крутой, чем парабола. Как же быть с идеей об увеличении инерции (массы) тела со скоростью? Если даже считать, что, несмотря на несколько большую крутизну, частица движется по траектории медленнее, то за счет каких сил она замедлилась по оси y ? Ведь сила $F_y = 0$ и в СТО она тоже не появится: $F'_y = 0$. Да и величина начальной скорости $v_y = v_0$ может быть нерелятивистской (и останется таковой).

Странным является баланс энергии для релятивистской ракеты [32]:

$$m \cosh \theta + M_2 \cosh(d\theta) = M_1.$$

При большой скорости выброса ($\theta = \tanh(v/c)$) для конечных значений начальной M_1 и конечной M_2 масс должно быть выполнено условие: масса отдельного выброса $m \rightarrow 0$ (для непротиворечивости СТО). Однако, эта величина определяется только техническим устройством ракеты: нет принципиальных ограничений.

Один из выводов Эйнштейна соотношения $E = mc^2$ недостаточно обоснован. В этом выводе процесс поглощения телом двух симметричных импульсов света рассматривается с точки зрения

Рис. 4.5: К выводу формулы $E = mc^2$.

двух наблюдателей, движущихся друг относительно друга. Первый наблюдатель покоится относительно тела, а второй движется перпендикулярно свету (Рис. 4.5). В СТО получается, что свет заранее должен знать о движении наблюдателя именно со скоростью v и так получить импульс, чтобы в этой второй системе скорость тела не изменилась, а изменилась только его масса. Как же быть с опытами Лебедева о давлении света, когда при передаче светом импульса изменялась именно наблюдаемая скорость тела? А что будет с импульсом, если мы будем иметь абсолютно поглощающие неровные (скошенные) поверхности? По приводимым рисункам непонятно также, имеем ли мы дело с реальным поперечным светом или с мистическим продольно-поперечным светом (для спасения СТО).

Весьма странным в СТО является различие массы совокупного излучения в зависимости от импульса системы:

$$m = \sqrt{\frac{(E_1 + E_2)^2}{c^4} - \frac{(\mathbf{P}_1 + \mathbf{P}_2)^2}{c^2}}. \quad (4.2)$$

А если мы будем менять импульс (направление) отдельных фотонов зеркалами? Будем определять при этом центр гравитации

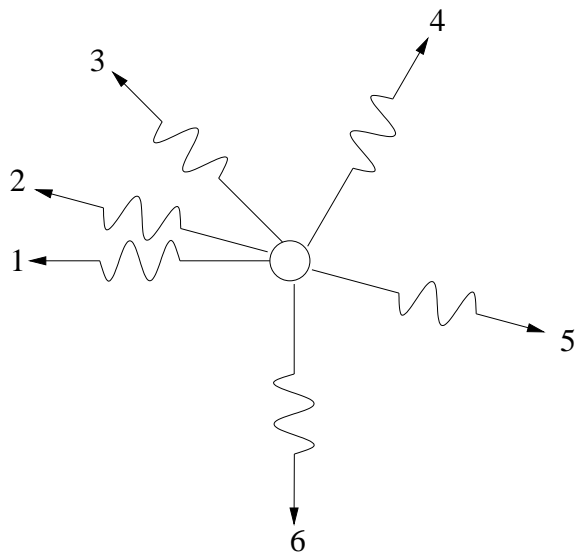


Рис. 4.6: Масса комбинации фотонов.

системы. Где он будет локализован и какова будет структура поля вблизи? Неужели этот центр будет скакать, исчезать и появляться вновь? Воспользуемся приведенной формулой СТО (4.2) для определения массы совокупного излучения двух фотонов, разлетающихся под произвольным углом, и рассмотрим излучение, расходящееся из одного центра (Рис. 4.6). Тогда в зависимости от попарной группировки фотонов можно получить разную совокупную массу всей системы (для "объяснения" всех возможных вариаций массы не придется ли искусственно вводить и отрицательные массы?). А в ОТО нужно учитывать предысторию рождения излучения для определения локализации его центра гравитации и учитывать всю неизвестную пространственно-временную структуру электромагнитного поля для правильного описания совершенно иного явления – гравитации. Бесконечно сложно!

Спин и прецессия Томаса

Релятивисты постоянно подчеркивают, что механика Ньютона что-то не описывает по сравнению с СТО. Например, в книге [32] рассматривается так называемая прецессия Томаса (эффект поворота стержня в СТО как проявление "относительности одновременности") и утверждается, что в механике Ньютона гироскоп всегда сохраняет свою ориентацию. Однако, как известно из квантовой механики, момент спина электрона всегда направлен либо по, либо против направления орбитального момента, то есть в данном случае он перпендикулярен плоскости орбиты (и скорости электрона!). А в этом общепринятом случае и механика Ньютона и СТО сохраняют направление гироскопа, перпендикулярное плоскости орбиты. Поэтому изображенные в книге [32] меняющиеся направления спина не отвечают действительности (Рис. 4.7). Если все же предположить наклонную ориентацию спина электрона и вспомнить, что мы имеем не просто гироскоп (вращающийся шарик), а заряженную частицу, обладающую магнитным моментом, то в магнитном поле заряженного ядра под действием сил будет наблюдаться прецессия спина электрона, которая может быть описана классическим образом (насколько вообще объекты микромира позволяют это сделать). Для классического описания данного явления (без интерпретаций СТО) необходимо знать все параметры атома, включая ориентации спинов и моментов. Более того, в классическом случае, даже при ориентации спина электрона перпендикулярно орбите, возможна прецессия, если момент ядра не перпендикулярен орбите (да и ядро тоже может прецессировать).

Использование понятия спина частиц в СТО является внутренне несогласованным. Дело в том, что при столкновениях частицы движутся друг относительно друга и вдобавок изменяют свое движение, а в движущейся системе момент количества движения (как орбитальный, так и спин) должен согласно СТО отличаться от той же величины в покоящейся системе. Как же спин может оставаться инвариантным и участвовать в строгих числовых равенствах (релятивистских законах сохранения)?

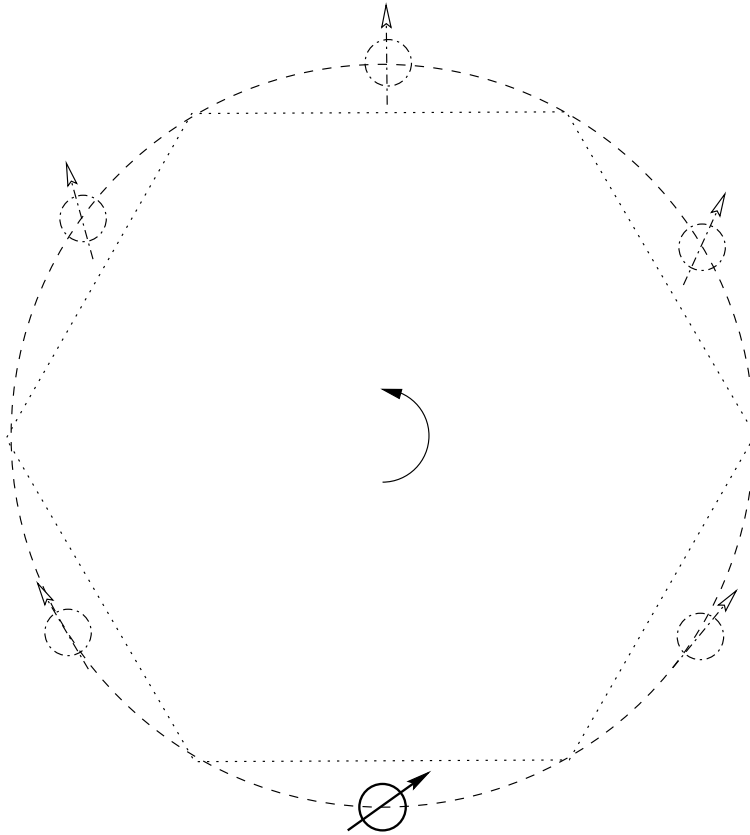


Рис. 4.7: Прецессия Томаса в СТО.

Кроме того, прецессия Томаса как кинематический эффект СТО внутренне противоречива (см. Главу 1), так как процесс вращения выходит за рамки инерциальных систем СТО (прямолинейного равномерного движения).

Еще раз о массе

Закон сохранения массы, как независимый закон, подтверждается громадным количеством опытных данных. Элементарные частицы либо вовсе не меняются, а изменяется их кинетическая энергия и энергия сопутствующего им электромагнитного поля, либо целиком превращаются в другие частицы. Фотон - тоже частица, которую можно характеризовать скоростью и частотой или длиной волны. Никаких произвольных превращений массы в энергию просто не существует.

Остаются в СТО и вопросы для частиц с нулевой массой покоя. Во-первых, из релятивистских выражений для энергии и импульса вовсе не следует строгого перехода к случаю $v = c, m_0 = 0$. Как, например, может возникнуть континуум всевозможных частот ω в таком переходе? Во-вторых, если мы имеем линейную цепочку последовательно аннигилирующих и рождающихся пар или из $m_0 \neq 0$ получаем с помощью отражений $m_0 = 0$, то куда исчезает гравитационная энергия (поле), искривление пространства (и где их центр локализации при аннигиляции)? Вопрос о массе покоя фотона, вообще говоря, бессмыслен. Фотон, как определенная частица, характеризуется определенной частотой ω . В покое ($\omega = 0$) это была бы даже не другая частица, просто фотон бы перестал существовать. Поэтому не существует само понятие массы покоя фотона (как и понятия энергии покоя фотона и др.). С другой стороны, для реального фотона вполне можно определять не только энергию и импульс, но и массу. В учебнике [25] совершенно неверно сделан вывод о невозможности существования частиц с нулевой массой покоя в классической физике якобы потому, что при $m = 0$ любая сила должна вызывать бесконечное ускорение. Во-первых, не всякая сила может

действовать на фотон с $m = 0$. Например, при действии гравитационной силы нулевая масса "сократится" и ускорение останется конечным. Во-вторых, как классическая механика, так и СТО не накладывают принципиальных ограничений на величину ускорения. Это, например, позволяет рассматривать столкновения частиц и отражение света как мгновенные процессы. В-третьих, чем же лучше выбор СТО, когда под действием силы, по логике релятивистов, ускорение для света остается равным нулю? Если апеллировать к интуиции, то в СТО получается бесконечная масса фотона.

Поле (возможно не только электромагнитное?), как материальная среда, способная переносить энергию и обладать импульсом, может обладать и массой. Поэтому и для классической физики нет ничего удивительного, что некоторое поле способно переносить массу. В этом случае поле должно участвовать в классическом законе сохранения массы и тогда масса будет сохраняться в любых реакциях. Поле должно участвовать в законах сохранения импульса и энергии и тогда можно не менять классическую часть этих законов сохранения, относящуюся к частицам. Поэтому и в классической физике нет ничего удивительного, что возбужденный атом может весить больше невозбужденного или тело с большей энергией может обладать большей массой (кстати, проверить это при современной точности измерений пока нельзя). Эта дополнительная масса сосредоточена в поле, которое заставляет частицы колебаться, двигаться по бессильным траекториям или отскакивать от удерживающей частицы стенки. Если предположить чисто электромагнитную природу частиц и самого процесса их столкновения, то в вакууме можно было бы использовать релятивистские выражения энергии-импульса, но только с точки зрения однозначных взаимосвязей величин. Надо при этом помнить, что в этом случае энергия и импульс характеризуют только данный процесс столкновения, так как фактически записаны с учетом энергии и импульса поля (явно неучтенного и невыделенного).

Теория столкновений и законы сохранения в СТО

Очень часто в СТО для "упрощения" описания столкновений используют прием перехода в какую-нибудь "удобно движущуюся" систему отсчета. Однако, такая процедура не имеет под собой никаких физических оснований и принцип относительности для закрытых идентичных систем здесь вовсе ни при чем. Если проводятся релятивистские эксперименты на искусственных пучках частиц, то источники (ускорители) и регистрирующие приборы привязаны к Земле и от нашего мысленного представления ускорители и приборы не полетят с движущимся наблюдателем. Если изучается некоторый процесс в камере Вильсона, то треки частиц привязаны к среде (то есть к камере Вильсона), а не летящему наблюдателю. Например, в классической физике угол между треками частиц не изменится от движения наблюдателя. В то же время угол между скоростями частиц, оставляющих указанные треки, может зависеть от скорости движения наблюдателя. В релятивистской физике углы между траекториями и между скоростями частиц тоже зависят по разным законам от скорости движения наблюдателя. Поэтому такой казался бы правдоподобный с точки зрения СТО переход к новой системе отсчета может существенно исказить интерпретацию решения, то есть любой процесс должен рассматриваться только в системе реального наблюдателя (регистрирующего прибора).

Еще одним искажением действительности является рассмотрение процесса столкновения двух частиц (принципиально точечных в СТО) как плоского движения. На самом деле точечные частицы должны рассматриваться как предельный случай частиц реального конечного размера, иначе не наблюдалось бы лобовых столкновений, нельзя было бы рассматривать столкновения атомов и молекул, протоны не имели бы структуры и т.д.. А в этом случае столкновение частиц является принципиально трехмерным (вероятность плоского движения равна нулю). Пусть, например, два одинаковых шарика (1 и 2) приближаются друг к другу до столкновения по скрещивающимся в пространстве прямым (минимальное расстояние между прямыми меньше диа-

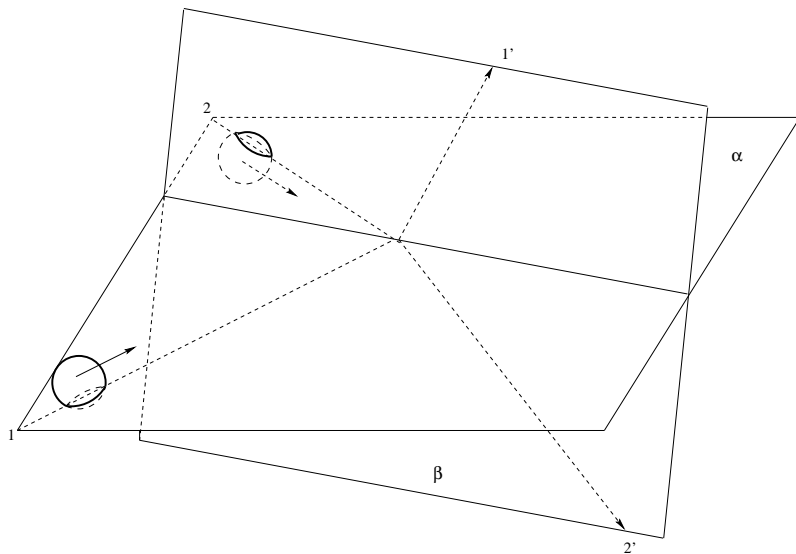


Рис. 4.8: Неплоское движение двух частиц.

метра шарика). Уже с самого начала эксперимента мы не можем провести через эти заданные прямые плоскость. Тем не менее, возьмем середину минимального расстояния между скрещивающимися прямыми (траекториями до столкновения) и проведем через нее пересекающиеся прямые, параллельные данным траекториям. Теперь через пересекающиеся прямые проходит единственная плоскость α (Рис. 4.8). Центры шариков движутся до столкновения параллельно этой плоскости: центр первого шарика движется чуть выше плоскости, а центр второго шарика – чуть ниже этой плоскости. После столкновения шарики полетят по другим скрещивающимся прямым. Опять нельзя через эти прямые провести плоскость. Снова проделаем аналогичную процедуру с параллельным переносом прямых, на которых лежат линии движения после столкновения, до пересечения по середине. Проведем через пересекающиеся прямые плоскость β (опять центры шариков будут двигаться по разные стороны от

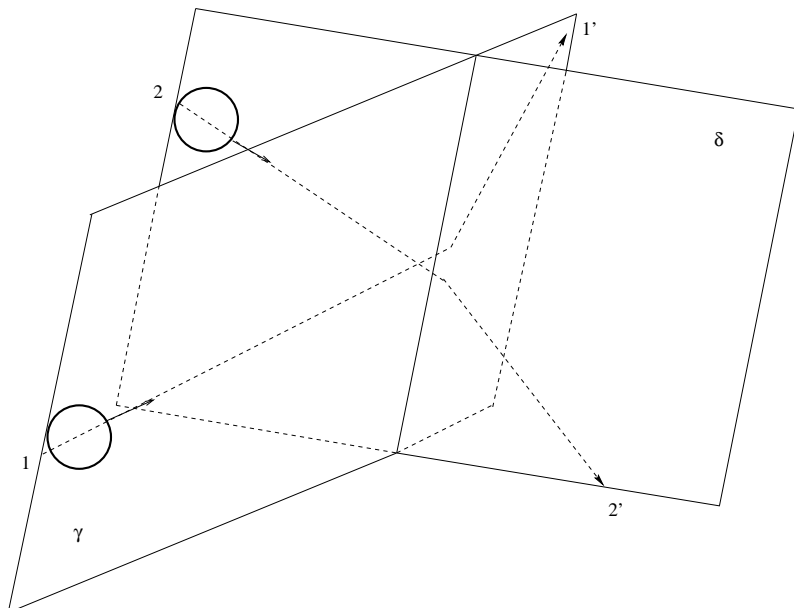


Рис. 4.9: Трехмерность столкновения двух частиц.

этой плоскости). Однако, "плоскость до столкновения" не совпадает с "плоскостью после столкновения", а пересекает ее под некоторым углом.

Второй способ: проведем одну плоскость γ через траекторию движения первой частицы (пересекающиеся прямые ее движения до и после столкновения), а вторую плоскость δ – через аналогичную траекторию движения второй частицы. Однако, эти плоскости тоже пересекаются под некоторым углом (Рис. 4.9).

Что же следует из трехмерности движения? Запишем классические законы сохранения импульса (в проекциях) и энергии:

$$v_{1x} + v_{2x} = v'_{1x} + v'_{2x} \quad (4.3)$$

$$v_{1y} + v_{2y} = v'_{1y} + v'_{2y} \quad (4.4)$$

$$v_{1z} + v_{2z} = v'_{1z} + v'_{2z} \quad (4.5)$$

$$\sum_{i=1,2} (v_{ix}^2 + v_{iy}^2 + v_{iz}^2) = \sum_{i=1,2} (v'_{ix}{}^2 + v'_{iy}{}^2 + v'_{iz}{}^2). \quad (4.6)$$

Из системы (4.3-4.6) мы видим, что для шести неизвестных величин $(v'_{1x}, v'_{1y}, v'_{1z}, v'_{2x}, v'_{2y}, v'_{2z})$ имеются всего четыре уравнения. Таким образом, должно остаться два неопределенных параметра в решении. Если же считать движение плоским (убрать уравнение (4.5)), то для оставшихся четырех неизвестных будем иметь три уравнения. Следовательно, при сопоставлении решений СТО с классической физикой осуществляется подмена решений и остается только один неопределенный параметр (обычно таковым считают угол рассеяния). Такая подмена приводит к неправильной интерпретации данных эксперимента, особенно при восстановлении недостающих величин. Например, в книге [32] демонстрируются два трека разлета частиц одинаковой массы и заряда (точнее одинакового отношения $e/m?$) с углом разлета меньшим 90° и отсюда делается вывод о неверности классической механики. Запишем выражение для угла α между траекториями разлетающихся частиц:

$$\cos \alpha = \frac{v'_{1x}v'_{2x} + v'_{1y}v'_{2y} + v'_{1z}v'_{2z}}{\sqrt{(v'_{1x}{}^2 + v'_{1y}{}^2 + v'_{1z}{}^2)(v'_{2x}{}^2 + v'_{2y}{}^2 + v'_{2z}{}^2)}}. \quad (4.7)$$

Выберем ось Z так, чтобы было $v_{1z} = v_{2z} = 0$. Выразим теперь переменную v'_{1x} из уравнения (4.3), переменную v'_{1y} выразим из уравнения (4.4), переменную v'_{1z} выразим из уравнения (4.5), а из уравнения (4.6) выразим величину v'_{2z} (при этом условие $v'_{2z}{}^2 > 0$ ограничивает область возможных значений всех переменных). Подставим все вышеназванные величины в уравнение (4.7). В результате получится двухпараметрическая зависимость от v'_{2x} и v'_{2y} , которую мы не выписываем вследствие ее громоздкости. Используя графические программы, можно убедиться, что при заданных величинах $v_{1x}, v_{1y}, v_{2x}, v_{2y}$ получается некоторая поверхность, похожая на внутреннюю часть цилиндра, то есть величина $\cos \alpha$ меняется в широких пределах. Например, легко

проверить, что значения

$$v_{1x} = 0,1; \quad v_{1y} = 0,1; \quad v_{2x} = 0,7; \quad v_{2y} = 0,7; \quad v'_{1x} = 0,6;$$

$$v'_{2x} = 0,2; \quad v'_{1y} = 0,4; \quad v'_{2y} = 0,4; \quad -v'_{2z} = v'_{1z} = \sqrt{0,14}$$

удовлетворяют всем классическим законам сохранения (4.3-4.6). Для этих значений получаем $\cos \alpha = 0,29554$, то есть $\alpha \approx 72,8^\circ$. Заметим: если считать скорости выраженными в единицах скорости света, то меньшая скорость вполне реальна для движения внутренних электронов в атомах, начиная с $z \geq 60$. Да и в общем случае никто не видел покоящихся электронов в атомах! Угол в 90° однозначно получается в классической физике при столкновении с покоящейся частицей в системе регистрирующего прибора (только где найти такую частицу?). Однако, из наблюдаемого угла разлета в 90° вовсе не следует с однозначностью обратное утверждение о том, что одна из частиц покоилась (математическая вероятность такого события бесконечно мала). Таким образом, обратная задача восстановления недостающих данных не является однозначной процедурой ни в классической, ни в релятивистской физике (существует бесконечное число различных непротиворечивых решений).

Для более строгой экспериментальной проверки законов сохранения при столкновениях (из любой теории) необходимо изучать столкновения частиц в вакууме для узких моноэнергетических пучков известных частиц при заданных углах столкновения. При этом полное исследование процесса столкновения должно включать в себя проверку баланса по энергиям частиц (для каждого угла рассеяния в пространстве), проверку баланса импульсов частиц, проверку баланса общего количества частиц в пучках до и после столкновения (вероятность рассеяния), проверку баланса возникающего излучения по энергиям и направлениям. Есть еще два вопроса, на которых обычно не акцентируется внимание (еще две неопределенности): зависит ли рассеяние от взаимной ориентации собственных моментов вращения сталкивающихся частиц? И меняются ли собственные моменты

вращения в процессе столкновения? В классической физике ответ на эти вопросы утвердителен (но в количественном плане сильно зависит от "устройства" шариков).

Автор не встречал полного анализа какого-либо процесса столкновения в СТО согласно всем вышеперечисленным пунктам. Отсюда не следует однозначного вывода о неверности (в пределах экспериментальных ошибок) обычно используемых релятивистских законов сохранения в любом процессе столкновения (хотя для многих отдельных случаев это вполне может оказаться так). Автор только утверждает, что не существует даже отдельных примеров абсолютного подтверждения релятивистских законов столкновения (не говоря уже о рекламируемой глобальной подтверждаемости).

С принципиально строгих позиций применение релятивистских законов сохранения к процессу столкновения в физике элементарных частиц весьма сомнительно. Могут ли они сохранять свой вид независимо от заряда сталкивающихся частиц, углов столкновения и углов разлета? Ведь в процессе столкновения заряженные частицы испытывают ускорение. Следовательно, всегда должно наблюдаться некоторое излучение (поле). Неужели нужно действовать как студенты, подсматривающие в ответ задачи: если уж прибор зарегистрировал γ -квант ("поймал нас за руку"), то его нужно явно учесть "с умным видом". А в остальных случаях "с умным видом" верить в правильность формул СТО? Где же "предсказательная сила" СТО? На самом деле в законы сохранения нужно явно добавить члены, учитывающие энергию и импульс поля.

Вообще говоря, единственный случай, когда правомерно обсуждение релятивистских законов сохранения при "столкновениях" – это взаимодействие частиц силами электромагнитной природы (силой Лоренца). Для остальных случаев выполнение релятивистских законов сохранения – это непроверенная гипотеза (световые сферы СТО не имеют никакого отношения к силам неэлектромагнитной природы). Однако, и в случае электромагнитных взаимодействий для вывода релятивистских законов со-

хранения вовсе не требуется никаких идей СТО. Известно, что уравнения движения с начальными условиями полностью определяют все характеристики движения, в том числе интегралы движения. Таким интегралом движения может быть энергия (но не всегда). Из уравнения движения следует

$$\frac{d\mathbf{P}}{dt} = \mathbf{F} \Rightarrow \mathbf{v}d\mathbf{P} = \mathbf{F}d\mathbf{r}. \quad (4.8)$$

Вводим определение потенциальной энергии

$$U = - \int_{r_0}^r \mathbf{F}d\mathbf{r}.$$

Зная вид импульса (это величина, входящая в экспериментальное уравнение движения (4.8)), например, в классическом случае

$$\mathbf{P} = m\mathbf{v}$$

а в релятивистском случае

$$\mathbf{P} = m\mathbf{v}/\sqrt{1 - v^2/c^2},$$

можно получить закон сохранения энергии из

$$dE = \mathbf{v}d\mathbf{P} - \mathbf{F}d\mathbf{r}$$

– соответственно классический

$$U + mv^2/2 = constant$$

или релятивистский

$$U + mc^2/\sqrt{1 - v^2/c^2} = constant.$$

При условии равенства сил действия и противодействия (третий закон Ньютона, гипотеза центральных сил) имеем: $\mathbf{F}_{12} = -\mathbf{F}_{21}$.

Тогда из уравнения движения (4.8) можно получить закон сохранения импульса (опять это величина, входящая в экспериментальное уравнение движения (4.8)): из $d\mathbf{P}_1/dt = \mathbf{F}_{12}$, $d\mathbf{P}_2/dt = \mathbf{F}_{21}$ получаем

$$\frac{d(\mathbf{P}_1 + \mathbf{P}_2)}{dt} = 0, \Rightarrow \mathbf{P}_1 + \mathbf{P}_2 = \text{const.}$$

Однако, при наличии магнитных сил $\mathbf{F}_{12} \neq -\mathbf{F}_{21}$ и релятивистский закон сохранения импульса частиц в общем случае может нарушаться. Поскольку большинство частиц (даже многие электрически нейтральные) имеют магнитный момент, то применение релятивистского закона сохранения импульса в ядерной физике и физике элементарных частиц без явного учета импульса поля совершенно неправомерно. Следовательно, мы опять приходим к необходимости явного учета импульса поля, а значит и его энергии, при столкновениях. (Возможно, это поможет упорядочить ядерную физику и физику элементарных частиц и сократить число частиц-призраков?)

Учет силы реакции излучения также ведет к нарушению заявленных в СТО законов сохранения энергии и импульса. Отказаться от учета этой силы в процессе столкновения частиц? Так ведь там эта сила и должна быть наиболее существенной (имеются большие поля вследствие сближения высокоэнергетических частиц и большие переменные ускорения).

Момент импульса в СТО

Несохранение в общем случае общепринятых выражений релятивистских энергии и импульса при столкновениях частиц приводит также к несохранению момента импульса в СТО. Однако, релятивистское выражение момента импульса легко дискредитируется на гораздо более простых примерах [8]. Вспомним, например, парадокс рычага. Пусть две равные по модулю силы $F_1 = F_2 \equiv F$ действуют на два одинаковых плеча $l_1 = l_2 \equiv l$, расположенных под углом $\pi/2$ (Рис. 4.10). Суммарный момент

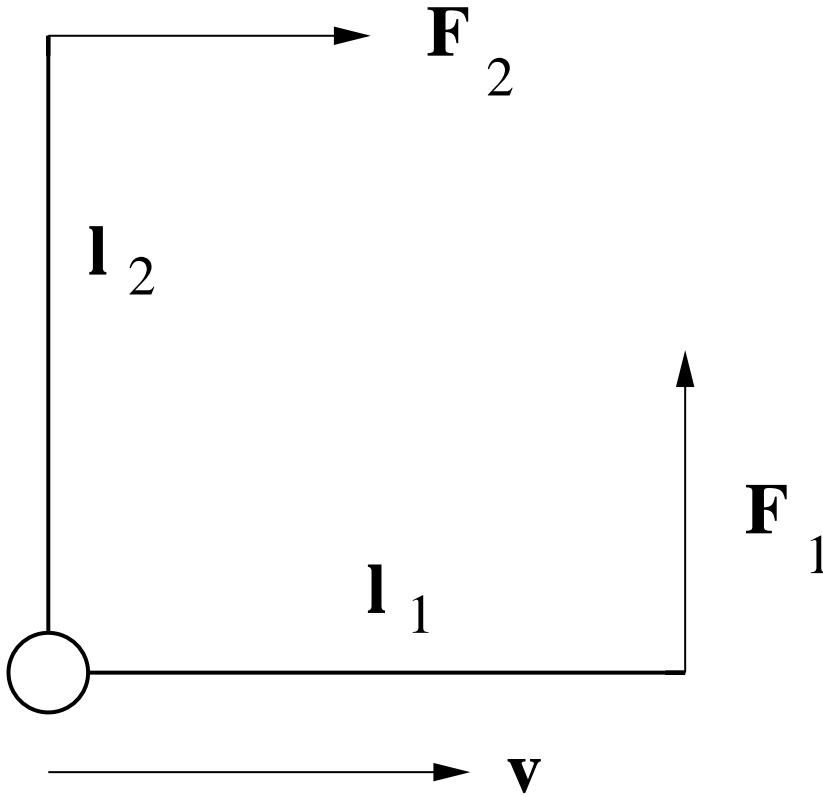


Рис. 4.10: Парадокс рычага.

сил равен нулю. Конструкция остается неподвижной. В классической физике результат совершенно не зависит от системы отсчета и никаких новых физических понятий, процессов, явлений или математических выкладок выдумывать не нужно.

Иначе обстоит дело в СТО. Если кто-то только взглянет на эту систему из ракеты, движущейся со скоростью v вдоль одного из плеч, то окажется, что суммарный момент станет отличным от нуля. Вследствие сокращения длин и преобразования сил имеем: $M_{sum} = Flv^2/c^2 \neq 0$. Рычаг должен начать вращаться. Казалось бы, подобное противоречие должно было привести к отказу от СТО и возврату к классической физике, дающей очевидный и верный результат. Однако, релятивисты (следуя Лауэ и Зоммерфельду) пошли иным путем [33]. "Во имя" псевдонауки нужно чем-то жертвовать. Поскольку здравый смысл для релятивистов меньше значит, чем СТО, то нужно изобрести недостающий псевдомомент. Теперь если вы просто на что-то опираетесь (на стену, например) или используете рычаг, то запаситесь дополнительной одеждой: через вас потечет "нечто" (энергия) и эта величина может оказаться огромной! Кроме того, потоки (вероятно, пота?) одновременно могут оказаться разными, если за вами подсматривают из разных движущихся ракет. Если оба рычага вы держите своими руками с одинаковым усилием, то энергия из одной руки так и утекает к оси и где-то "оседает". Однако, не волнуйтесь! Измерить это "нечто" невозможно никаким способом, да и не нужно релятивистам: это ведь не физикой заниматься. Нужно просто чтобы буквенные выражения сошлись с очевидным (из здравого смысла) результатом. Таким образом, вместо одного принципиально необнаружимого релятивистского эффекта (иначе обнаружилось бы противоречие) получилось два принципиально необнаружимых релятивистских эффекта, в точности компенсирующих друг друга. На многих подобные фокусы действуют (буквы то сходятся), несмотря на то, что "сухой остаток" всех подобных "изобретений" – это очевидный заранее классический результат.

Эффект Комптона

К теории эффекта Комптона тоже есть некоторые вопросы, в частности, к интерпретации двух ключевых фактов экспериментальной кривой: 1) рассеянию на свободных покоящихся электронах; 2) декларации наличия сильно (?) связанных электронов при энергии падающих жестких рентгеновских лучей более 1 Мев (?!). По первому факту надо заметить следующее. Во-первых, при реальных температурах вероятность даже для свободного электрона иметь нулевую скорость равна нулю и надо рассматривать произвольные движения электронов (реальное распределение). В частности, пик должен иметь отношение не к нулевой, а к наиболее вероятной скорости (а в атоме – к скорости связанных электронов в атоме). Во-вторых, было бы интересно подтвердить эффект на электронных пучках независимо по всем трем величинам: по углам, энергиям и количеству частиц. По второму факту заметим, что при заявленных больших энергиях странно не вырвать любой электрон (даже внутренний). Возможно, эффект Комптона (как и эффект Мессбауэра) должен рассматриваться для тела (или атома) как целого из некоторых резонансных условий. Однако, все равно остаются неопределенности влияния движения электронов в атомах и влияния температуры на все три измеряемые в одном (!) опыте величины.

Казалось бы, для электромагнитных взаимодействий меньше всего должно быть оснований сомневаться в релятивистском уравнении движения

$$\frac{d\mathbf{P}}{dt} = e\mathbf{E} + \frac{e}{c}[\mathbf{v} \times \mathbf{B}]$$

и, как следствие, в применимости релятивистских законов сохранения для процесса столкновения. Тем не менее сделаем ряд дальнейших замечаний по вопросу обоснованности релятивистского описания эффекта Комптона. Выше уже рассматривался ряд неопределенностей для столкновения шариков – аналога ”бильярдной” модели Комптона. Будем анализировать опыты, приводимые в стандартных учебниках, например, [26,29,39]. Заме-

тим, что если время совпадения моментов регистрации γ -квантов и электронов $\Delta t > 10^{-20}$ сек, то опыты не только не доказывают одновременность испускания частиц, но и не позволяют однозначно сопоставить частицы какому-либо одному акту рассеяния. Такая точность находится за пределами даже современных возможностей (то есть это пока вопрос "веры" и статистика здесь не поможет).

Называть электроны, участвующие в рассеянии, свободными – методически неверно, так как тогда их число должно быть в опыте постоянным. Однако, приходится считать это число разным в зависимости от угла рассеяния, а при достаточно малом угле рассеяния все электроны являются связанными. На самом деле все электроны участвуют в передаче импульса вследствие своего движения в атоме и забирают у γ -кванта часть энергии, так как они в атомной системе были связанные.

Ряд моментов неочевиден в теории эффекта Комптона. Например, какова роль рассеяния на более крупных чем электроны частицах – на ядрах (то есть возможна ли интерференция и ее влияние от рассеянного на ядрах излучения)? Почему в эксперименте с литием отсутствует несмещенная линия (Комптон, Ву), ведь она должна быть всегда, например, от рассеяния на ядре? Почему для всех веществ существует не один смещенный пик, а два, располагающихся почти симметрично относительно исходной линии? Кроме того, все треки не визуализуются как в идеальной теории, а лишь восстанавливаются с помощью вспомогательных средств и интерпретаций, то есть при проверке законов сохранения мы имеем дело со статистическими гипотезами. В экспериментах нет оценок вероятности двойных рассеяний от образца, хотя она может иметь заметную величину, и нигде не оценивается роль многократно рассеянного "фона" от всех частей экспериментальной установки. Точность экспериментов даже по определению сечения рассеяния невысока $\sim 10\%$ (причем это статистическая точность!). При этом выбираются наиболее презентабельные (выгодные для теории) случаи. Например, в опыте Крэйна, Гертнера и Турина из 10000 фотографий выбрано 300

случаев (не мало ли?) и декларируется совпадение данных для сечения рассеяния с формулой Клейна-Нишины-Тамма. В случае больших толщин образцов (Кольрауш, Комптон, Чао) очевидно, что надо учесть влияние двойных рассеяний. Аналогично очевидно, что в опыте Сцепези и Бея количество двойных рассеяний того же порядка, что и одинарных. При отсутствии учета этого факта весьма сомнительна заявляемая точность 17%. Вызывает недоумение, когда в опыте Гофштадтера делаются декларативные поправки (подгонки) вследствие влияния разных факторов. При этом после всех корректировок (подгонок до 30%!) декларируется точность 15%. На самом деле, во всех опытах выделяются не направления разлета, а фиксируется попадание в определенное место пространства. Подтвержденность экспериментами интерпретации СТО достаточно сомнительна. Например, в опыте Кросса и Рамзея почти половина точек с учетом заявленных пределов допусков лежит вне теоретической кривой. Обращает на себя внимание тот факт, что при выведении регистрирующего прибора из плоскости рассеяния число совпадений в актах рассеяния остается значительным: более чем в три раза превышает фоновое значение. Также весьма странно сравнивать эксперименты Скобельцина с теорией используя отношение количества частиц, рассеянных на разные углы $N_{0^\circ}^{10^\circ} / N_{10^\circ}^{20^\circ}$. Ведь каждая из этих величин (и числитель и знаменатель в отдельности) есть некоторые усредненные (эффективные) величины. А как можно в общем виде без привлечения теории флуктуаций сопоставить отношение средних величин (два эксперимента) с отношением истинных величин (теория)?

Для более полного теоретического обоснования эффекта Комптона нужен не один коллиматор для падающих частиц, а три коллиматора для выделения еще и каждого вида рассеянных частиц по узким направлениям. Нужны также поглотители, убирающие фон. Тогда останется "только" проблема фильтрации всех частиц по энергиям. Таким образом, даже такой казалось бы чисто релятивистский эффект как эффект Комптона не является экспериментально полностью проверенным.

Дополнительные замечания

Описанная выше возможность неплоского движения (по скрещивающимся прямым) даже для двух тел конечных размеров может иметь отношение к задаче о смещении перигелия Меркурия (что не было никем проанализировано).

Сделаем одно вспомогательное замечание. При выводе релятивистского выражения для импульса "доказывается", что импульс должен быть направлен по скорости, иначе он будет неопределенным. Однако, никакой строгости в этих рассуждениях для единственной частицы нет, ведь и в системе где $\mathbf{v} = 0$ направление импульса тоже неопределенное. Классическое выражение для импульса следует из евклидовости пространства (однородности, изотропности) и инвариантности массы. Следуя принципу минимальной необходимости, можно оставить классическое выражение как для направления, так и для величины импульса частицы. Тогда все релятивистские изменения проявятся в изменении выражения для энергии. Просто надо помнить, что для заряженных частиц поле тоже может обладать ненулевой энергией и импульсом. Строго упругим может быть только соударение нейтральных частиц без внутренних степеней свободы.

Еще одно вспомогательное замечание. В книге [32] (задача 65 "импульс без массы") рассматривается платформа на колесиках. На одном ее конце находится мотор с аккумулятором, который вращает с помощью ременной передачи (через всю платформу) колесико с лопатками в воде на другом конце платформы. В результате электрическая энергия аккумулятора переходит с одного конца платформы в тепловую энергию воды на другом конце платформы. Опять мы имеем дело с потерей определенности (с необъективностью): для спасения СТО разные наблюдатели должны сделать разные искусственные выводы о путях и скоростях переноса энергии (массы). Например, согласно СТО наблюдатель на платформе должен приписать перенос энергии (массы) ременной передаче. А если мы оставим ему открытыми для наблюдения только два небольших куска ремня, то в чем и как может быть экспериментально подтвержден этот перенос мас-

сы? Позиция классической физики более четкая: если одно тело действует на второе, то совершаемая работа определяется произведением действующей силы на относительное перемещение: $A = \int \mathbf{F} d\mathbf{r}$ или $A = \int \mathbf{F} \mathbf{v} dt$, где \mathbf{v} - это относительная скорость. Например, под действием силы трения движущееся тело останавливается. Кинетическая энергия тела относительно поверхности будет численно равна работе силы трения и численно равна количеству выделившегося тепла. Эти величины инвариантны (не зависят от системы наблюдения).

Сделаем теперь методическое замечание о подтверждаемости релятивистских формул. Точность экспериментов в физике микромира как правило невысока в отдельном акте измерения. Однако, ее искусственно повышают путем выбора "нужных для теории" событий и последующей статистической обработкой результатов (подгонкой под теорию). В отличие от классической области исследования, никто величину скорости частиц в релятивистских областях скоростей непосредственно не измеряет (также как невозможно прямо измерить массу частиц, а только e/m - да и то при использовании определенных теоретических интерпретаций и соответствующей им градуировке приборов). Поэтому в явном виде подставить величины \mathbf{v} и m в расчетные (!) величины энергии и импульса и проверить законы сохранения СТО нельзя. Даже если определить экспериментально некоторые почти сохраняющиеся числовые величины, то выделить из этих чисел буквенное выражение для энергии и импульса можно многими различными способами с разными результатами. А ведь даже измерения числовых величин энергии и импульса происходят косвенным образом (опять мы имеем дело с теоретическими интерпретациями). При изучении столкновения с "покоящимися" частицами возникает вопрос: где нашлось столько покоящихся частиц? И как этот факт проверен (так как это может иметь отношение к определению углов столкновения и рассеяния, прицельного параметра и т.д.)?

СТО не имеет никакого приоритетного отношения к объяснению наличия у фотона импульса. Любая частица, в том числе

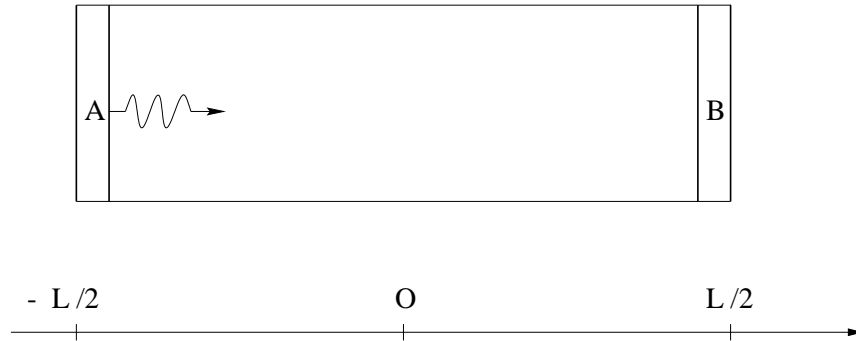


Рис. 4.11: Связь массы излучения с ее энергией.

фотон, детектируется при взаимодействии с другими частицами, то есть фактически по передаче импульса. Экспериментальной основой для определения наличия импульса у фотона служат опыты Лебедева по измерению давления света. Буквенное выражение кинетической энергии фотона может быть элементарно выведено из общего определения $dE = \mathbf{v}d\mathbf{p}$ (из общих уравнений движения). Если учесть, что фотон движется со скоростью света $v = c$, то после интегрирования получим $E = cp$ без каких бы то ни было идей СТО. Однако, эта формула верна только для света в вакууме (а не в среде).

Также совершенно неудовлетворителен полуклассический вывод формулы Эйнштейна [39]: $\Delta E = \Delta mc^2$. Во-первых, понятие центра масс в СТО противоречиво. Во-вторых, почему-то об акустических волнах в СТО вспоминают тогда, когда они несущественны (отвлекают от очевидных парадоксов), хотя в данной ситуации они играют определенную роль. Пусть на концах однородной трубы длины L и массы M (Рис. 4.11) находятся тела A и B пренебрежимой массы [39]. Возьмем, например, мономолекулярные слои одинакового вещества. Пусть атомы слоя A находятся в возбужденном состоянии. В [39] рассматривается следующий "круговой процесс". Вначале тело A испускает короткий световой импульс в направлении тела B . Утверждается, что

труба как целое придет в движение. Это не так. Пусть длина $L = 1$ см. Испущенный импульс заставит тело A изогнуться и сдвинуться на расстояние порядка межмолекулярного от молекул трубы, удерживающих его. Возникнет упругая сила, стремящаяся вернуть утраченное равновесие. В результате по трубе начнет распространяться сложная система продольных и поперечных колебаний. За время пока свет достигнет тела B эти акустические волны пройдут не более 10^{-5} см (так как $v_{sound} \ll c$). Аналогичный процесс повторится с телом B . Таким образом, колеблющаяся труба растянется от центра O в противоположных направлениях (в сторону тела A на чуть большее расстояние), пока акустические волны не погасят друг друга и не установится равновесие. Но дело даже не в этом сложном реальном процессе. Далее [39] тело B с поглощенной энергией при помощи внутренних сил приводят в соприкосновение с телом A , тело B возвращает энергию телу A и возвращается на свое место (а дальше пишутся математические символы). Минуточку! В-третьих, а каким это способом тело B могло передать электромагнитную энергию возбуждения без передачи импульса? Кроме того, это мог быть только световой импульс (иначе по второму закону термодинамики не вся энергия перешла бы к телу A). Но в таком случае мы просто имеем взаимно обратную передачу импульса с помощью света и никаких глобальных выводов отсюда не следует. Данная задача аналогична классической задаче о бросании мяча в лодке от одного человека к другому. Мяч имеет массу, а в полете обладает также ненулевыми импульсом и энергией. Величина массы входит в выражения импульса и кинетической энергии, но никаких общевселенских выводов отсюда не следует. То, к чему стремятся в [39], можно получить гораздо проще. Из общего выражения $dE = v dP$ для света имеем $\Delta E = c \Delta P$. Если ввести классическим способом для фотона массу движения $P = mv$, то из $v = c = constant$ следует единственная возможность $\Delta P = c \Delta m$. В итоге без всяких мысленных представлений СТО имеем $\Delta E = c^2 \Delta m$. Однако, в-четвертых, этот результат (независимо от способа его получения) имеет отношение только

к электромагнитной энергии и ни к чему более (по крайней мере, нет доказательств общности результата).

Процедура поиска решений в СТО путем разложения по v/c и учета лишь конечного числа членов ряда может оказаться в общем случае неверной. Отброшенные члены могут кардинально менять вид решения. Область применимости приближенного решения во времени может оказаться такой малой, что приближенное решение не будет иметь никакого теоретического и практического значения (но как это обнаружить, не зная поведение истинной функции?). Сомнительно также вывести из приближенного решения усредненное решение. Тривиальный пример: формально казалось бы в силе Лоренца можно пренебречь магнитной силой, содержащей v/c . Однако, это не так: в классическом пределе вместо реального среднего дрейфа частицы с постоянной скоростью перпендикулярно обоим полям получилось бы ускоренное движение вдоль поля \mathbf{E} . В релятивистском пределе [17] скорость возрастает наиболее быстро также в направлении $[\mathbf{E} \times \mathbf{V}]$. По-видимому, поэтому построенные в СТО до некоторого члена по v/c приближенные функции Лагранжа могут приводить к проблемам, а построение точной функции Лагранжа в СТО принципиально проблематично. Проявлением ограниченности результатов СТО является самоускорение зарядов под действием реакции излучения. Излучение определяется в дальней зоне и не должно сильно зависеть от процессов, происходящих в масштабах порядка размеров элементарной частицы: только переоценка строгости СТО заставляет считать элементарные частицы точечными.

Конечно, все потери объективных характеристик СТО (которые приведены только для полноты картины) выглядят просто "студенческими подгонками" по сравнению с имеющимися в СТО логическими пробелами и противоречиями.

С точки зрения автора наиболее последовательной позицией является принципиальное признание результатов релятивистской динамики и электродинамики приближенными, с той точностью, какую дает эксперимент. Не стоит переоценивать воз-

возможности чисто теоретических методов и перегружать физику глобализмами. Именно по этой причине и по причине недостаточной обоснованности релятивистских экспериментов автор не пытается предлагать альтернативных теорий. В настоящее время теория должна анализировать и обобщать те эксперименты, которые проведены конкретно в области больших скоростей.

4.4 Выводы к Главе 4

Настоящая Глава 4 была посвящена критике релятивистской динамики. Представлены логические противоречия в этой казалось бы "работающей" и "проверенной" области исследований.

В данной Главе 4 была продолжена критика понятия относительности. Далее было подробно обсуждено релятивистское понятие массы и дана его критика. Показана противоречивость понятия центра масс в СТО. Затем в главе дана критика релятивистского понятия силы, преобразования сил и релятивистского подхода к разным единицам измерения. После этого был обсужден истинный смысл (без глобализации СТО) инвариантности уравнений Максвелла. В главе также представлена критика релятивистского соотношения между массой и энергией, критикуются так называемые "экспериментальные подтверждения ядерной физики" и рассмотрен ряд частных задач. Критически были обсуждены такие аспекты СТО как масса излучения, так называемая прецессия Томаса и другие задачи. Была показана совершенная необоснованность общепринятой интерпретации релятивистской динамики и подробно критически проанализирована интерпретация СТО эффекта Комптона.

Итоговый вывод главы заключается в необходимости возврата к классической интерпретации всех динамических понятий, возможности классической интерпретации релятивистских решений и необходимости более полного экспериментального исследования ряда явлений в области больших скоростей.

Приложение А

Возможная частотная параметризация

В Приложениях будет рассмотрено несколько частных гипотез. Они практически не связаны с критикой теории относительности, изложенной в основной части книги, разве что демонстрируют неединственность подхода СТО и возможность частотной параметризации всех выкладок. В данной книге Приложения только на это и претендуют, поскольку используют неверные методы СТО (их ошибочность доказана в основных главах книги). С идеями, изложенными в первых двух приложениях (плюс часть анализа опыта Майкельсона из Главы 3), автор пытался пробиться в несколько общеизвестных журналов с 1993 по 1999 год. Работа либо дипломатично не рассматривалась сразу, либо приходил примерно такой ответ: "Никто ничего подобного не обнаружил в теории относительности и квантовой электродинамике, а точность предсказаний этих теорий огромна". Как вообще теоретик может что-либо обнаружить новое (а не объяснять "задним числом")? Он должен предположить некоторый факт и проверить следствия из своего предположения. Но никто и не пытался предположить возможность зависимости скорости света от частоты. К тому же речь шла о точности на один-два порядка превышающей современную точность экспериментов. Такая

точность может быть достигнута в ближайшее время, а ведь в физике серьезно обсуждаются эксперименты, требующие точности на несколько десятков порядков выше современной. Наконец, автору надоело тратить время и он решил проверить, что же это за такая великая точность теории относительности (заодно вспомнив свою студенческую неудовлетворенность этой теорией). В результате появилась первая из собственных критических статей, а теперь и эта книга. Так что во всем есть свои плюсы и минусы.

Перейдем теперь к обсуждению возможной зависимости скорости света от частоты. Известно, что при внесении частиц в вакуум в нем происходят различные процессы, такие как появление виртуальных пар (частица-античастица); многие процессы взаимодействия могут быть описаны с использованием таких виртуальных пар. В процессе своего распространения свет также влияет на свойства вакуума (в частности, должна иметь место поляризация вакуума). Следовательно, по принципу взаимности должно быть обратное действие поляризованного вакуума на процесс распространения света. В результате свет определенной частоты будет распространяться через вакуум как "среду" с некоторой проницаемостью ϵ , детерминированной самим распространяющимся светом, то есть $c = c(\omega)$.

Известно, что обобщение уравнений Максвелла путем явного добавления массового члена в максвелловский лагранжиан приводит к уравнениям Прока в пространстве Минковского. Электромагнитные волны, распространяющиеся в среде, изменяются ею и это влияние выражается в генерации массивных фотонов [99]. Даже в предположении постоянства фазовой скорости возникает частотная зависимость (дисперсия в вакууме) групповой скорости света:

$$v_g = (d\omega/dk) = c\sqrt{\omega^2 - \mu^2 c^2}/\omega,$$

здесь μ - масса покоя фотонов. В данных приложениях, однако, не будут обсуждаться вопросы генерации массы и теории заряда. Основная цель – отразить некоторые физические вопросы,

касающиеся самой скорости света.

Сразу возникают вопросы: 1) Как может быть оценена или измерена ω -зависимость? 2) Почему она до сих пор не обнаружена, и 3) Каковы могут быть следствия из нее?

Существуют различные методы измерения скорости света, например: астрономические методы, метод прерывания, метод вращающегося зеркала, радиогеодезический метод, метод стоячих волн (резонатор), метод независимых измерений λ и ν . В настоящее время последний из методов [58,66] является наиболее точным; именно этим методом Бюро Стандартов измеряет скорость света с точностью до восьмого знака. Однако, на этом пути существуют принципиальные трудности [7]. Кроме того, следует отметить, что данный метод принципиально ограничен: он может быть связан либо с локальной (внутри прибора) скоростью света, либо может не иметь совершенно никакого отношения к скорости света, если свет вообще не является чистой волной. Почему другие методы неадекватны (для обнаружения $c(\omega)$ зависимости) ясно из предыдущих глав и для одной частной гипотезы будет прояснено дальше из настоящих Приложений.

Далее мы будем следовать методам СТО (забудем на время, что они неверны). Напомним, что при выводе следствий СТО (например, законов преобразования) используется понятие интервала $ds^2 = c^2 dt^2 - (d\mathbf{r})^2$. Здесь необходимо сделать два методических замечания. Во-первых, даже равенство интервалов $ds^2 = ds'^2$ – это не более, чем одна из правдоподобных гипотез, так как достоверной остается единственная точка $\Delta s = 0$ (если предполагать $c = constant$). Например, можно было бы приравнивать любые n -е степени (n - натуральное): $c^n dt^n - dx^n - dy^n - dz^n$ и получать различные "физические законы". Или же считать $t = t'$, но $c'^2 = c^2 - v^2$, то есть $v' = v \sqrt{1 - v^2/c^2}$ (кажущаяся скорость взаимного движения различна для разных наблюдателей). Такой выбор приводит к совпадению релятивистского продольного эффекта Доплера с классическим выражением. Подобные экзотические системы могут быть внутренне согласованными и только эксперименты могут продемонстрировать, какой из выборов – не

более, чем теоретическое измышление. Мы не будем обсуждать здесь все подобные экзотические гипотезы.

Во-вторых, при использовании интервала не подчеркивается следующий момент: используется конкретный свет, идущий из одной точки в другую, то есть в интервал надо подставлять выражение $c(\omega_i, \mathbf{l}_i)$. Но в таком случае пропорциональность интервалов (из учебников) приводит к неопределенному соотношению:

$$\frac{a(\mathbf{l}_2, \omega_2, \mathbf{v}_2)}{a(\mathbf{l}_1, \omega_1, \mathbf{v}_1)} = a(\mathbf{l}_{12}, \omega_{12}, \mathbf{v}_{12}),$$

и нельзя обосновать даже равенство интервалов. Опять возникает необходимость обратиться к опыту, так как это соотношение связано с "неизвестным" пока законом Доплера. Таким образом, теоретические построения, исходящие только из своих собственных принципов не являются однозначными. Поскольку общепринятый вывод СТО (метод) приводит к некоторым следствиям, якобы подтверждаемым экспериментально (например, для динамики частиц?), будем опираться на него, но видоизменим его с учетом возможной зависимости $c(\omega)$.

Физически это означает следующее. Видимый результат некоторого измерения зависит от процедуры измерения, а расчетный результат – в частности от метода синхронизации времени для разных систем. Согласно идее данного приложения не существует "единой скорости передачи электромагнитных взаимодействий" (а только $c(\omega)$). Если для синхронизации временных интервалов согласно Эйнштейну используется свет определенной частоты ω , то результат экспериментов будет зависеть от ω . Например, если в системе происходит некоторый процесс с характерной частотой ω_k , то естественно исследовать систему с помощью $c(\omega_k)$ (именно так, как и распространяется сигнал). Если две системы движутся друг относительно друга, то в формулах появятся две величины: $c(\omega)$ и $c(\omega')$ для каждой системы, так как один и тот же свет обладает разными частотами в системах, движущихся друг относительно друга. В этом случае величины ω и ω' связаны друг с другом вследствие эффекта Доплера (смотри ниже). Интересно отметить следующее обстоятельство. Если

в системе происходят процессы с различными характерными частотами ω_i , то, вследствие $c(\omega_i)$ зависимостей, движущиеся друг относительно друга наблюдатели увидят в одной точке разные картины событий (видимый эффект). В дальнейших выкладках мы будем следовать аналогии с [4,17].

Пусть ω' - частота распространяющегося в системе сигнала. Подставляя $c(\omega')$ (вместо c) в выражение интервала ds'^2 для собственной системы и $c(\omega)$ в $ds^2 = c^2 dt^2 - dx^2 - dy^2 - dz^2$ для системы наблюдения, из $ds^2 = ds'^2$ следует, что собственное время ($d\mathbf{r}' = 0$) можно определить следующим образом:

$$dt' = dt \sqrt{\frac{c(\omega)^2 - V^2}{c(\omega')^2}}, \quad (\text{A.1})$$

а формула для собственной длины остается в силе.

Для вывода преобразований Лоренца используем вращение в плоскости tx :

$$x = x' \cosh \psi + c(\omega') t' \sinh \psi,$$

$$c(\omega) t = x' \sinh \psi + c(\omega') t' \cosh \psi.$$

Тогда с использованием $\tanh \psi = (V/c(\omega))$ преобразования Лоренца сводятся к

$$x = \frac{x' + \frac{c(\omega')}{c(\omega)} V t'}{\sqrt{1 - V^2/c(\omega)^2}}, \quad t = \frac{\frac{c(\omega')}{c(\omega)} t' + \frac{V}{c(\omega)^2} x'}{\sqrt{1 - V^2/c(\omega)^2}}, \quad (\text{A.2})$$

где V - скорость системы. Записывая dx и dt в выражении (A.2) и находя $d\mathbf{r}/dt$, получаем преобразования для скорости:

$$v_x = \frac{\frac{c(\omega)}{c(\omega')} v'_x + V}{1 + \frac{v'_x V}{c(\omega) c(\omega')}}, \quad v_y = \frac{v'_y \sqrt{1 - \frac{V^2}{c(\omega')^2}}}{1 + \frac{v'_x V}{c(\omega) c(\omega')}},$$

$$v_z = \frac{v'_z \sqrt{1 - \frac{V^2}{c(\omega')^2}}}{1 + \frac{v'_x V}{c(\omega) c(\omega')}}. \quad (\text{A.3})$$

Для движения вдоль оси x имеем

$$v = \frac{\frac{c(\omega)}{c(\omega')}v' + V}{1 + \frac{v'V}{c(\omega)c(\omega')}}. \quad (\text{A.4})$$

Видно, что максимальная видимая скорость будет $V_{max} = c(\omega)$, где ω - частота света в собственной системе. Заметим, что все формулы приводят к корректному закону композиции при движении вдоль прямой (преобразования от системы A к B и от B к C дает тот же результат, что и преобразование от A к C). Напомним, что, согласно основной части книги, величины t' и x' в формулах (A1), (A2) не имеют самостоятельного физического смысла (они являются фиктивными вспомогательными величинами). Формула (A4), по аналогии с формулой (1.5), может быть переписана в виде

$$v_{23} = \frac{v_{13} - \frac{c(\omega)}{c(\omega')}v_{12}}{1 - \frac{v_{13}v_{12}}{c(\omega)c(\omega')}}. \quad (\text{A.5})$$

В этой форме наиболее видна ее суть (кажущийся эффект). Формула

$$\tan \theta = \frac{v' \sqrt{1 - V^2/c(\omega)^2} \sin \theta'}{\frac{c(\omega')}{c(\omega)}V + v' \cos \theta'} \quad (\text{A.6})$$

описывает изменение направления скорости. Выражение для аберрации света сохраняется ($v' = c(\omega')$). Сохраняются также преобразования 4-векторов. Отсюда следуют преобразования четырехмерного волнового вектора $k^i = (\frac{\omega}{c}, \mathbf{k})$:

$$k_0^0 = \frac{k^0 - \frac{V}{c(\omega)}k^1}{\sqrt{1 - V^2/c(\omega)^2}}, \quad k_0^0 = \frac{\omega}{c(\omega)},$$

$$k^0 = \frac{\omega'}{c(\omega')}, \quad k^1 = \frac{\omega' \cos \alpha}{c(\omega')}.$$

В результате получаем эффект Допплера

$$\omega' = \omega \frac{c(\omega')}{c(\omega)} \frac{\sqrt{1 - V^2/c(\omega)^2}}{1 - \frac{V}{c(\omega)} \cos \alpha}. \quad (\text{A.7})$$

Заметим, что отсюда следует зависимость скорости света ($\omega \neq 0$) от движения системы (различным системам соответствуют различные частоты ω'). Однако, как будет показано в следующем приложении, этот эффект пренебрежимо мал для оптической области. Вектор энергии-импульса преобразуется следующим образом:

$$P_x = \frac{P'_x + \frac{V\epsilon'}{c(\omega)c(\omega')}}{\sqrt{1 - V^2/c(\omega)^2}}, \quad \epsilon = \frac{\epsilon' \frac{c(\omega)}{c(\omega')} + VP'_x}{\sqrt{1 - V^2/c(\omega)^2}}. \quad (\text{A.8})$$

Если следовать идее данного приложения, то должна быть более тесная аналогия между распространением света в среде и в вакууме.

(1) Различные пакеты волн расплываются в вакууме по-разному.

(2) Дисперсия света в вакууме накладывает принципиальные ограничения на степень параллельности лучей.

(3) Имеется диссипация света в вакууме, то есть интенсивность света уменьшается по мере его распространения в вакууме.

(4) Свет "стареет", то есть частота света уменьшается при распространении в вакууме. Это явление может иметь отношение к парадоксу (Ольберса) "почему небо не пылает?" и вносить свой вклад в красное смещение, то есть возможна коррекция концепции развития Вселенной.

При переходе к квантовой электродинамике во всех выкладках необходима подстановка $c \rightarrow c(\omega)$. Например, эта зависимость появляется в соотношении неопределенностей

$$\Delta P \Delta t \sim \hbar/c(\omega), \quad \Delta x \sim \hbar/mc(\omega),$$

в условии для возможности классического описания

$$|\vec{E}| \gg \frac{\sqrt{\hbar c(\omega)}}{(c(\omega)\Delta t)^2},$$

и во многих других формулах.

Существенно изменяются формулы, описывающие ω -зависимость. В качестве примера рассмотрим испускание и поглощение фотонов. В результате появляется новый коэффициент

$$B = \frac{1}{1 - \frac{d \ln c(\omega)}{d \ln \omega}}$$

в выражении для числа фотонов $N_{\mathbf{k}1}$ заданной поляризации:

$$N_{\mathbf{k}1} = \frac{8\pi^3 c(\omega)^2}{\hbar \omega^3} I_{\mathbf{k}1} B,$$

и в соотношении для вероятностей (поглощения, вынужденного и спонтанного излучения) $dw_{\mathbf{k}1}^{ab} = dw_{\mathbf{k}1}^{ind} = dw_{\mathbf{k}1}^{sp} B$. Величина B появляется также в выражениях для коэффициентов Эйнштейна.

Используя подстановку $c \rightarrow c(\omega_k)$ для собственных колебаний поля, получаем выражение для Фурье-компоненты фотонного пропагатора:

$$D_{xx} = \frac{2\pi i}{\omega_k} c(\omega_k)^2 \exp(-i\omega_k |\tau|).$$

Найти $D(k^2)$ без явной зависимости $c(\omega)$ невозможно. Явная форма ω -зависимости необходима также для получения окончательных выражений для различных сечений (рассеяния, рождения пар, распада и т.д.). В качестве первого приближения можно сделать подстановку $c \rightarrow c(\omega)$ в известных формулах.

Приложение В

О возможном механизме частотной зависимости

Исходя из полуклассического подхода попытаемся оценить $c(\omega)$ -зависимость по аналогии с оптикой. Фактически, это одна из возможных гипотез о распространении электромагнитных колебаний в вакууме. Будем описывать вакуум как некоторую систему, состоящую из виртуальных (реально не существующих) пар "частица-античастица". В отсутствие реальных частиц виртуальные частицы никак не проявляют себя (реально не существуют) в вакууме. В области распространения света возникают колебания виртуальных пар. Распространение света может быть описано как процесс последовательного взаимодействия с виртуальными парами (колебательное возбуждение). Наибольшее влияние (колебания легко возбуждаются) оказывают наилегчайшие виртуальные электрон-позитронные пары. Поэтому учитываться будут только эти пары.

Поскольку колебания в атоме или в позитронии являются примерами колебаний реальных частиц, они не могут определять собственную частоту колебаний виртуальных пар. Имеется единственная частота, которая может соответствовать виртуальной (не существующей без возбуждения) паре. Собственная частота может быть определена как частота, соответствующая

рождению электрон - позитронной пары $\omega_0 = 2m_e c^2 / \hbar$, где m_e - масса электрона. При таком описании разумно предположить, что электрон и позитрон в виртуальной паре локализованы в одной и той же точке (пара реально не существует – полная аннигиляция). Используя классическую модель осцилляторов, можно записать следующее выражение для фазовой скорости света:

$$c(\omega) = \frac{c_0}{\sqrt{\varepsilon}}, \quad \sqrt{\varepsilon} = n - i\chi, \quad (\text{B.1})$$

$$n^2 - \chi^2 = 1 + 4\pi \frac{Nfe^2/m_e}{(\omega_0^2 - \omega^2)^2 + 4\omega^2\gamma^2} (\omega_0^2 - \omega^2),$$

$$n\chi = 4\pi \frac{Nfe^2/m_e}{(\omega_0^2 - \omega^2)^2 + 4\omega^2\gamma^2} \omega\gamma.$$

Остается определить величины c_0 , γ и Nf . При выборе величины γ сомнений не возникает: она определяется торможением излучением (единственно возможный выбор в вакууме):

$$\gamma = \frac{e^2\omega^2}{3m_e c^3}.$$

При этом мы можем исследовать только те области, где классическая электродинамика внутренне непротиворечива и еще несущественны квантовые эффекты, то есть $\omega \ll \omega_0/137$ и $\lambda \gg 3.7 \times 10^{-11}$ см $\gg R_0$, где $R_0 = e^2/(m_e c^2)$ - радиус электрона. Величина Nf означает такое число виртуальных пар в единице объема, которое достаточно для обеспечения процесса распространения света. Фактически речь идет об определении размеров кванта света и количества виртуальных частиц, задействованных в нем. Очевидно, что порядок продольных размеров кванта $l \sim \lambda$. Чтобы обеспечить непрерывность изменения полей **E** и **H** можно предположить, что "вещество" виртуальной пары "размазано" вдоль всего кванта (см. Рис. В.1) и вращается с частотой ω вокруг локальной оси (перпендикулярной к плоскости рисунка и пересекающей ось *C*).

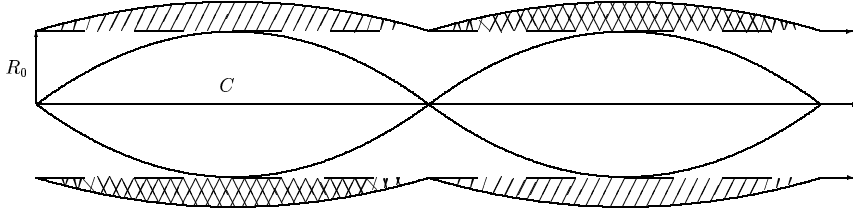


Рис. В.1: Распространение света как последовательная поляризация вакуума.

Область, занимаемая одной парой имеет размеры: $(2R_0, 2R_0, R_l)$, где $R_l = \lambda/I$, I - число "размазанных" пар. Поскольку средняя кинетическая энергия (энергия магнитного поля) равна средней потенциальной энергии (энергии электрического поля), то число I можно найти из равенства $2Ie^2/(2R_0) = \hbar\omega$. Тогда

$$R_l = \frac{2\pi ce^2}{\hbar\omega^2 R_0}, \quad Nf = \frac{\hbar\omega^2}{8\pi ce^2 R_0}.$$

Окончательное приближенное выражение для безразмерной фазовой скорости света имеет вид:

$$\frac{c(\omega)}{c_0} = 1 - \frac{\hbar c_0 \omega^2}{4e^2} \frac{(\omega_0^2 - \omega^2)}{(\omega_0^2 - \omega^2)^2 + 4\omega^2 \gamma^2}. \quad (\text{B.2})$$

Отсюда видно, что $c_0 = c(0)$. Фазовая скорость света убывает с ростом частоты.

Сделаем некоторые оценки (см.(B2)). Для ультрафиолетовой области: $(\Delta c/c_0) \sim -0.5 \times 10^{-6}$ (в видимой области эффект пренебрежимо мал). При $\omega \sim 10^{18}$ сек⁻¹ эффект $(\Delta c/c_0) \sim -1.4 \times 10^{-5}$. Влияние движения Земли из-за эффекта Доплера вызывает даже для ультрафиолетовой области эффект $(\Delta c/c_0) \sim -10^{-10}$ (пренебрежим); а на границе области применимости данного описания ($\omega \sim \omega_0/137$) имеем: $(\Delta c/c_0) \sim -3.6 \times 10^{-7}$. Используя выражение $c^2 k^2 = \omega^2 \epsilon$, для групповой

скорости $U_g = (d\omega/dk)$ имеем:

$$U_g \frac{d(\omega\sqrt{\varepsilon})}{d\omega} = c_0.$$

Групповая скорость также убывает с ростом частоты, практически совпадая с фазовой скоростью. Наибольшее отличие их друг от друга достигается на границе применимости данного описания (для $\omega \sim \omega_0/137$) и составляет 0.01 процента (а в отношении к c_0 - порядка 2×10^{-7}). Заметим также, что используемые выше малые размеры кванта света довольно обоснованы. Такой компактный объект будет взаимодействовать как целое и практически мгновенно с любым объектом микромира, а эти свойства фактически приходится постулировать в квантовой механике (например, при объяснении фотоэффекта или эффекта Комптона).

Современные общепринятые экспериментальные возможности недостаточны для определения ω -зависимости скорости света в видимой области (как и влияния движения Земли). Тем не менее представим некоторые общие соображения относительно экспериментов. Необходимо поставить саму цель – обнаружить ω -зависимость $c(\omega)$. Измерения должны быть прямые, поскольку любой пересчет вовлекает определенные теоретические представления о рассматриваемом процессе. В частности, эксперименты должны выполняться в вакууме, поскольку чисто теоретический расчет взаимодействия света с веществом не может быть точно выполнен. В общем случае взаимодействие с материей зависит от частоты света ω . В частности, зеркала должны отражать различные по частоте ω волны по-разному (кроме того, отражение – не мгновенный процесс). Пересчет, связанный с преобразованием света не учитывает возможную ω -зависимость скорости света. В общем случае, прерывание луча света изменяет волновой пакет и, следовательно, его скорость. Поскольку свободные заряженные частицы могут повлиять на эффект, необходимо избегать металлической экранировки.

Для метода прерываний необходим одновременный старт лучей с разными частотами и адекватная точность определения

временных промежутков, когда волновой фронт пройдет определенное расстояние. Или, альтернативно, можно исключать спектральную линию из смеси двух спектральных линий (лазеры) с помощью прерывания. Поскольку отражение – не мгновенный процесс и зависит от частоты света, стандартная практика удлинения пути с помощью зеркал совершенно не подходит, либо же число отражений для каждого света (различного по частоте) должно быть равным. Последнее замечание применимо также к интерферометрическому методу. Разделяем луч (ω_1) на два луча. Первый луч преобразуется (в ω_2) в начале пути L , а второй луч – в конце пути L . Путь L может изменяться. Если существует зависимость $c(\omega)$, то интерференционная картина должна меняться с изменением L . Однако, имеются технические трудности изменения L без возмущений.

Астрономические исследования для довольно широкого спектра ω_i могут помочь обнаружить $c(\omega)$ -зависимость. Можно наблюдать со спутника несинхронное появление и исчезновение спектральных характерных форм в двойных системах во время полного затмения. Однако, нет полной уверенности, что свет действительно проходит через вакуум (без газа, плазмы, пыли и т.д.). Необходим дополнительный математический анализ $c(\omega_i)$ для ω_i , чтобы обнаружить ω -зависимость $c(\omega)$.

Наибольший интерес представляет сравнение $c(\omega)$ для видимой области и для рентгеновских или γ -лучей. Насколько известно, для этих областей нет экспериментальных данных. Однако, для экспериментов с γ -лучами имеется ряд трудностей (см. [7,58,66] для наиболее точного при волновой модели света метода прямых независимых измерений λ и ν).

Наиболее общий вопрос данного приложения звучит так: остаются ли свойства вакуума неизменными при внесении в него частиц (фотонов) или нет. Если свойства вакуума изменяются, тогда должно быть и обратное влияние (принцип взаимодействия) на процесс распространения частиц (света). Зависимость $c(\omega)$ – это некоторое проявление данного принципа.

Таким образом, в приложениях были выведены соответству-

ющие формулы для следствий $c(\omega)$ -зависимости, относящиеся к СТО, квантовой электродинамике, оптике и т.д.. Для обнаружения самого факта $c(\omega)$ -зависимости нужны целенаправленные исследования. Максимальный эффект должен наблюдаться для высокочастотной области. Несмотря на серьезные экспериментальные трудности, возможные результаты принципиально важны и интересны.

Здесь обсуждался один из возможных механизмов, приводящий к $c(\omega)$ -зависимости для волновой модели света, но напомним, что не существует критических экспериментов, опровергающих классический закон сложения скоростей даже для корпускулярной модели света, не говоря уже о волновой модели. Дело в том, что для света следующие три зависимости являются однозначно взаимосвязанными в волновой модели света : $c(\omega)$ -зависимость, закон Доплера и закон сложения скоростей. Только знание любых двух из этих зависимостей однозначно определяет третью. Для волновой модели процесс распространения электромагнитных колебаний (света) в вакууме может быть описан как последовательное возникновение колебаний виртуальных частиц (пар), вызываемое самим распространяющимся светом. (Правда, для рассмотренной в этом приложении модели возникает вопрос об различиях в свойствах света, возникающих при аннигиляции более тяжелых частиц, и роли иных виртуальных пар или об "элементарности" элементарных частиц).

Приложение С

Замечания о некоторых гипотезах

В данном приложении мы слегка коснемся некоторых известных гипотез, тоже не связанных напрямую с основной частью книги. Начнем с обсуждения гравитации. Одинаковая зависимость от расстояния для гравитационных и электромагнитных сил подталкивает к неверной мысли о едином механизме действия этих сил и "объяснении" гравитации через электромагнитное поле; однако, это противоречит опытам. Гравитационным силам невозможно приписать также Ван-дер-Ваальсов тип, так как тогда должна была бы существовать дальнедействующая сила, слабо убывающая с расстоянием, а ее нет. Неверной является и попытка симметризовать гравитацию путем введения "массовых зарядов" с разными знаками. Гравитация проявляется только через силы притяжения. Помимо банального вопроса: "а где же антигравитация?" существует тривиальное опровержение "зарядового" подхода. Рассмотрим большое тело, например, Землю. Пусть она "заряжена", например, "положительным массовым зарядом", а тела, которые она притягивает, заряжены "отрицательным массовым зарядом". Рассмотрим обратный процесс (Рис. С.1). Будем отрывать от Земли большие обломки и уносить их далеко в космос. Известно, что обломки, поднятые с Земли не улетают са-

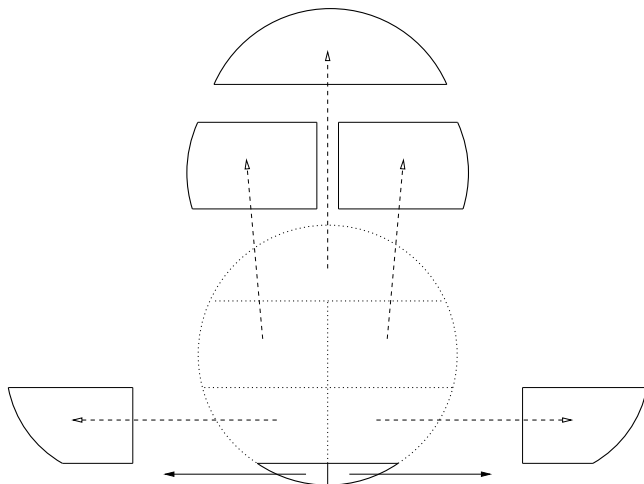


Рис. С.1: Противоречие "зарядовой" гравитации.

ми в космос, а стремятся упасть обратно на Землю. Следовательно, положительный "заряд" должен после каждого такого процесса "стекать" на остающуюся Землю. При этом его количество будет возрастать (для сохранения суммарного заряда). Последний оставшийся обломок A будет притягивать тела с большей силой, чем вся первоначальная Земля. Это противоречит пропорциональности гравитационной силы количеству вещества. Кроме того, имеем другое противоречие: если мы разорвем последний осколок A строго пополам, то какая половина должна стать положительной, а какая отрицательной? или при разрывании пополам части отталкиваются друг от друга и получится антигравитация? (Хотя наличие или отсутствие антигравитации может быть не связано с наличием или отсутствием отрицательных масс.) Неверная попытка ОТО геометризации гравитации провоцирует попытки геометризации других полей, например, электромагнитного. Ошибочность этой идеи очевидна: кроме заряженных частиц существуют нейтральные частицы, которые не "чувствуют" зарядов, пока не столкнутся "в лоб" с частицей.

Следовательно, в одном и том же месте пространства одна частица демонстрировала бы электромагнитное искривление пространства, а другая бы доказывала отсутствие кривизны. Вообще говоря, все рассмотренные выше методы формального сведения одной неизвестной силы к другой неизвестной силе или явлению, по-видимому, малопродуктивны.

Более полезными для практических приложений могут оказаться различные обобщения статической теории тяготения Ньютона с использованием Максвелловского подхода (см., например, [11]). Кроме того, существует еще одна известная интересная модель. К сожалению, нас постоянно настраивают на высокомерное отношение к механистическим моделям. А это неправильно. Подобные модели – единственные, которые можно создать, ”потрогать руками” и убедиться в их работоспособности. Они понятны всем – от школьника до знаменитого ученого, и обсуждать их могут все (в отличие от моделей, ”полностью доказанных среди ученых отдельно взятой научной школы”). Конкретно, упомянутая модель состоит в следующем. Предполагается, что во Вселенной равномерно во всех направлениях летают очень маленькие нейтральные частицы и передают свой импульс при упругих столкновениях с телами. Два тела отбрасывают друг на друга тень (или полутень) и в результате притягиваются друг к другу с силой обратно пропорциональной квадрату расстояния. Есть одно ”но”. Поскольку протоны и электроны непрозрачны для этих гипотетических частиц, то для тел больших размеров (радиусом порядка тысяч километров и более) может наблюдаться отклонение выражения для силы от пропорциональности произведению масс. К сожалению, подтвердить или опровергнуть это в прямых экспериментах пока невозможно. Нет также экспериментов по влиянию взаимного движения тел и их вращения на силу притяжения. Так что теория гравитации находится почти в том же состоянии, в каком оставил ее Ньютон. Эта область ждет своего вдумчивого исследователя.

Кратко упомянем теперь дополнительные гипотезы, пытающиеся ответить на вопрос ”что же представляет собой свет?” По-

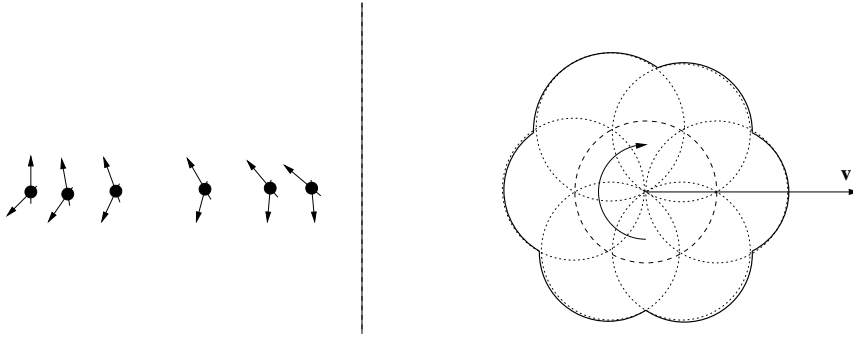


Рис. С.2: Модели света.

стулирование корпускулярно-волнового дуализма не должно парализовать человеческую мысль. Обойтись без корпускулярных свойств света невозможно. А поскольку имитировать с помощью частиц волновые свойства довольно просто (вспомним реальные явления: звук в воздухе, волны на море и т.д.), то мнение Ньютона о том, что "свет – это скорее corpusculы, чем волны", и сейчас актуально. Все это позволяет строить различные модели света (Рис. С.2). Например, свет может быть описан даже продольной волной (несмотря на опыты по поляризации), если частицы, из которых он составлен, обладают ориентированными свойствами. Или он может быть представлен некоторым подобием "вращающейся шестеренки". При этом электромагнитное волновое воздействие на среду или прибор может быть связано с угловой частотой вращения "шестеренки" и даже приводить к соотношению $\lambda\nu = c = constant$. Однако, такая локальная (внутри прибора) скорость света c может быть совершенно несвязанной со скоростью движения "шестеренки" как целого (скоростью прохождения светом заданного пути в пространстве). В предположении о наличии собственного вращения фотона и классического закона сложения скоростей в [59] был получен эффект Доплера, совпадающий с релятивистским в пределах современной точности измерений (до второго порядка по v/c). К сожалению, вопросы,

касающиеся природы света также нельзя считать решенными ни в практическом, ни в теоретическом плане. Они тоже ждут своего исследователя.

Более крупная тема, которой мы практически не касались в настоящей книге, относится к основаниям электродинамики. Хотя в практическом плане достижения в этой области действительно огромны, тем не менее гармонии не ощущается [20]. Многие куски теории выглядят искусственно "пристыкованными" друг к другу. По крайней мере в методическом плане здесь есть над чем поработать. Мы только кратко упомянем об интересной идее нового аксиоматического подхода к электродинамике [12], о существовании попыток возродить электродинамику Герца и обобщить силу Вебера [88]. Напомним, что от силы Вебера первоначально отказались по той причине, что при некоторых начальных условиях она приводила к самоускорению зарядов. В СТО тоже было обнаружено самоускорение зарядов под действием силы торможения излучением, но от СТО почему-то не отказались (опять прослеживается двойной стандарт). В настоящее время проблема самоускорения (и другая, более поздняя проблема – угловой зависимости ускорения) в рамках силы Вебера довольно успешно решается. Гипотезы настоящего приложения упомянуты только для того, чтобы возбудить интерес читателя к самостоятельному размышлению.

Заключение

Данная книга была построена как критический обзор хорошей апологетики теории относительности. Тяжело давать последовательную критику теории, которую вдавливали нам в голову в процессе нашего образования многократно и с разных углов зрения (начиная со школьной парты): с чего бы ни начинал изложение, сразу лезут в голову готовые штампы ответов ("экспромтные домашние заготовки"). Кроме того, найти логику изложения, привычную для каждого, просто невозможно (неединственность варианта), также как поместить обсуждение сразу всех нюансов в одно и то же место книги. Поэтому автор надеялся на терпеливость и доброжелательность читателя. Читатель, дошедший до данного заключения скорее всего согласится, что большинство экспромтных "вопросов на полях книги" в дальнейшем изложении были разрешены. Каков же результат изложения? В книге было продемонстрировано множество методических и логических проблем теории относительности. Наличие методических "проблем объяснения" приводит к тому, что теорию приходится "раздувать" на пустом месте. А наличие логических противоречий ставит финальную точку в развитии любой физической теории. В Главе 1 книги на основе мысленных экспериментов была доказана логическая противоречивость кинематики СТО. Глава 2 была посвящена логическим противоречиям ОТО. В Главе 3 была показана совершенная экспериментальная необоснованность теории относительности. Глава 4 доказывает противоречивость релятивистских динамических понятий и ана-

лизирует возможность классической интерпретации релятивистской динамики. Итоговый вывод книги заключается в необходимости возврата к классическим понятиям пространства, времени и всех производных величин, к классической интерпретации всех динамических понятий, возможности классической интерпретации релятивистской динамики и необходимости дополнительного экспериментального исследования ряда явлений в области больших скоростей. Если автору удалось "снять наваждение СТО", то локальная цель этой книги в значительной мере достигнута. С некоторыми дополнительными моментами критики теории относительности и сопутствующих теорий можно ознакомиться в статьях и книгах, далеко не полный список которых дан в конце книги (названия говорят сами за себя).

Если внимательно присмотреться к ближайшей общеизвестной истории развития человечества, то создается впечатление, что кто-то "поспорил на копейку": можно ли обмануть все человечество (и в первую очередь "потягаться мозгами" с "квалифицированными специалистами"). И это оказалось возможным даже в такой сравнительно точной области знаний как физика. Ведь еще А.Эйнштейн удивлялся, что все с чем он соприкасается превращается хотя не в золото, как в сказке, но в газетный бум. И он до конца жизни сомневался в верности своего детища. Иное дело – те, кто стоят теперь при теории относительности и пытаются административным путем закрепить свое положение навеки. Возьмем, например, создание "Комиссии по борьбе со лженаукой". Казалось бы, декларируется самая благая цель – оградить государство от ограбления шарлатанами. Однако, аналогичных структур нет в большинстве других стран и ничего с их кошельками не происходит. Да и в нашей стране всегда была практика проведения экспертиз до принятия финансовых решений. А в идейном плане научное сообщество само имеет способности к отсеиванию неверных идей, и уж тем более иммунитет к шарлатанству. Ситуация проясняется, когда озвучивается мнение, что все, кто не согласен с теорией относительности – не физики. По любому иному вопросу могут существовать разные

мнения, теории, школы и т.д.. А тут вдруг нашелся "пух Земли" – обсуждению не подлежит. А как же быть с физиками до 1905 года: они что, уже не физики? А как быть с теми физиками (включая очень известных и даже Нобелевских лауреатов) из 20-го века, кто был не согласен с интерпретациями теории относительности? Они тоже все – не физики? Как вообще наука может развиваться без свободного обсуждения идей и постепенного их понимания? Известно утверждение, что теорию относительности за всю ее историю не понимал никто, даже ее создатель. Так ведь релятивисты с гордостью заявляют, что и не нужно ее понимание (а только механическое запоминание и выполнение определенных процедур, так как понимание и наглядность – примитивны и ниже их достоинства). Фактически, из идеи сотворен очередной идол для служения (и жрецы уже есть при нем).

К сожалению, ситуацию с теорией относительности тяжело поправить с помощью отдельных публикаций. Даже если большинство ученых поймет ошибочность теории относительности, "сдуть этот мыльный пузырь" будет далеко не просто. Кстати, было бы интересно провести опрос среди людей с физическим образованием: считают они интерпретации теории относительности верными или ошибочными? Если опрос будет анонимным (поскольку еще совсем недавно за высказывания против СТО "организовывали" исключение из Академии наук, да и репрессивные возможности "новой лженаучной комиссии" тоже могут быть продемонстрированы), то автор готов предположить его результат. Но этого может оказаться недостаточно. Нужно изменить саму культуру научных отношений, чтобы достаточное количество ученых могло открыто заявить вслед за Аристотелем ("Платоновским другом"): "ИСТИНА дороже", чем сто долларовая зарплата (это современный ремейк истории). Финальная точка в вопросе о теории относительности может быть поставлена только тогда, когда будет принято решение о соответствующем изменении программы преподавания в школе и ВУЗах и изменении программы экзаменов, включая аспирантские и кан-

дидатские.

Некоторая внутренняя неудовлетворенность теорией относительности, которая вносит противоречия с заложенным в человека от Бога мироощущением, у автора была еще со студенческих времен. Однако, тогда нечего было по существу возразить и приходилось усваивать тот материал, который входил в программу. По-видимому, многим ученым и инженерам запомнилась подобная неудовлетворенность (автор знаком с мнением некоторых таких ученых). Часто это приводит к утрате интереса к фундаментальным проблемам физики и замыканию ученых на той области исследования, где они уверены в фундаменте науки, ее методах и результатах.

Конечно, советская (а теперь Российская) система образования всегда отличалась в лучшую сторону от западной системы образования тем, что давала универсальное знание, а не знание "мозаичного типа". Тем не менее, обе системы имеют общий недостаток. Они настроены на усвоение студентами огромного потока информации ("двигаться в колее"), а не на развитие ими самостоятельного мышления (но ведь большая часть существующих теорий не ответили на все вопросы в своих областях). А после того, как выучен весь материал (все правдоподобные ответы) и сданы требуемым образом соответствующие экзамены, далеко не у каждого найдутся силы и желание вернуться к пройденному материалу и хотя бы для себя разобраться в истинности изученных теорий.

Странное дело, но в учебниках невозможно найти упоминание о разногласиях и тех сотнях и тысячах проблем, которые стоят перед каждым разделом физики (приятным исключением являются Фейнмановские лекции по физике). Это не фиксированные задачи типа "что-нибудь посчитать или доказать существование решения" (такие проблемы относятся скорее к математике, а не к физике). Физика занимается тем, что "стоит за уравнениями": физическим смыслом величин и законов, построением моделей, интерпретацией экспериментов и теоретических решений.

Интерес к физике пытаются угасить даже некоторые крупные ученые. Время от времени появляются их высказывания о "близком конце науки". Дело выглядит так, будто они будут определять "стратегию конца", а мы должны быстрее суетиться и "идти не задумываясь считать 108 член в каком-нибудь третьем приближении". Автор считает, что самое главное, чему может научиться человек – это самостоятельно мыслить. Поэтому в книге автор не предлагает альтернативных теорий к теории относительности. Краткое упоминание некоторых известных гипотез практически без критики ("кнут" должен быть адекватен претензиям теории) – не в счет.

И последнее. Хотелось бы помечтать. Может ли что-то измениться в физическом сообществе в лучшую сторону? Сначала озвучим существующие проблемы. К сожалению, прошедший век привел к значительному ухудшению культуры научных отношений. Если раньше ученые "никуда не торопились" и могли десятилетиями досконально изучать отдельные явления, оставляя нерешенные задачи потомкам (вспомним Ньютоновское "гипотеза не измышляю"), то прошедший век внес свои коррективы. Появилось высокомерное отношение к понятиям, методам и идеям прошлого. В наш век, мол, почти все известно, раз мы "ныряем" в такие глубины мироздания и летаем в космос. Хотя на самом деле большинство проблем "под ногами и вокруг" осталось на том же уровне, что и столетие назад (а в других областях просто труднее отличить реальность результатов от декларативных интерпретаций – свидетелей меньше). Основным критерием оценки ученых стало количество публикаций (будто десяток подсохших корок может заменить сочный апельсин). Не последнюю роль в этой "спешке" сыграли и Нобелевские премии, одним из критериев которой выступает иллюзорная "новизна" (вместо вечной ИСТИНЫ). Справедливости ради надо отметить, что здоровый консерватизм Нобелевского комитета начала 20-го века не позволил отметить этой премией ни СТО, ни ОТО. Тем не менее околонучная реклама медленно подтачивала нравственные устои и политика "разделяй и властвуй" постепенно проникла и в на-

учную среду. Из сообщества людей, ищущих ИСТИНУ, научное сообщество во многих случаях трансформировалось в конкурирующую клановую структуру по зарабатыванию денег (где даже цитированная литература по одной теме не пересекается).

Что бы хотелось видеть в идеале? Хотелось, чтобы ученые стремились сделать сложное явление более понятным, а не прикрывались за наукообразием ("этажность" формул должна соответствовать их значимости). Хотелось, чтобы ученые приходили на семинар не для того, чтобы задать свой вопрос и "попинать" докладчика, а чтобы понять, что же предлагает тот или иной докладчик и "вместе с водой не выплеснуть ребенка". Хотелось, чтобы ученые готовы были признавать свои ошибки (нет ничего рокового ни в ошибках, ни в их признании) и искали ИСТИНУ в науке, а не боролись за свое имя при науке. Хотелось, чтобы авторы статей не гнались за количеством и не "разбавляли" свои новые работы уже ранее опубликованными результатами. Хотелось, чтобы из работ разных уровней – типа: "это публиковать не нужно", "это можно не публиковать", "это можно опубликовать", "это нужно опубликовать" и "это нельзя не опубликовать", – авторы старались бороться только за два последних типа работ. Хотелось, чтобы рецензенты ответственнее относились к своей работе (иначе в огромном потоке "размокшей дружественной информации" просто невозможно разобраться и, как в анекдоте, приходится выбирать, быть ли читателем или писателем). Хотелось, чтобы научные школы учились у своего лидера лучшему, а не худшим внешним манерам (типа "это все неверно" – не угадал? тогда "это все давно известно" – опять не угадал? ну тогда "это никому неинтересно", а поскольку "никому" – это один рецензент, то дальше можно сколько угодно "ходить по базару и искать покупателя"). Может стоит отойти от коллективной безответственности "группы товарищей" и публиковать, кто рецензировал статью, кто из редакторов ее рекомендовал, а в качестве приложения на последних страницах журнала – какие статьи отклонены и кем (а, возможно, и выдержки из рецензии?). Хотелось, чтобы научные журналы были не выразителем мнения главного ре-

дактора и подобранного им своего коллектива, а представляли действительно спектр мнений по научным тематикам. Хотелось, чтобы главными критериями, предъявляемыми к научной статье, было отсутствие логических противоречий, математических ошибок и согласие с экспериментом (как это принято, например, в журнале *GALILEAN ELECTRODYNAMICS*). Наличие же иной общепринятой (в данный момент) теории не должно влиять на рассмотрение работы. Хотелось, чтобы изложенные выше мечты воплотились в реальных действиях людей. Мечтать, так уж о БОЛЬШОМ.

Литература

На русском языке:

- [1] В.А. Ацюковский, **Общая эфиродинамика**, (Энергоатомиздат, Москва, 1990).
- [2] В.А. Ацюковский, **Критический анализ основ теории относительности**, (Жуковский, 1996).
- [3] П.Г. Бергман, **Введение в теорию относительности**, (Иностранная Литература, Москва, 1947).
- [4] В.Б. Берестецкий, Е.М. Лифшиц, Л.П. Питаевский, **Квантовая электродинамика**, (Наука, Москва, 1989).
- [5] В.А. Бунин, "Затменные переменные звезды и вопрос о дисперсии скорости света в вакууме", **Астрономический Журнал**, вып.4, 768-769, (1962).
- [6] М. Гарднер, **Путешествие во времени**, (Мир, Москва, 1990).
- [7] В.П. Данильченко, В.С. Соловьев, Ю.П. Мачехин, **Современное состояние расчетов и измерений скорости света**, (Наука, Москва, 1982).
- [8] А.И. Заказчиков, **Возвращение эфира**, (Компания Спутник+, Москва, 2001).

- [9] В.П. Измайлов, О.В. Карагиоз, А.Г. Парханов, "Исследование вариаций результатов измерений гравитационной постоянной", **Физическая Мысль России** 1/2, 20-26, (1999).
- [10] Ф.М. Канарев, **Продолжаешь верить? или решил проверить?**, (Краснодар, 1992).
- [11] Я.Г. Ключин, **Некоторые следствия максвелловского подхода к описанию гравитации**, (Любавич, Санкт-Петербург, 1993).
- [12] Я.Г. Ключин, **Основы современной электродинамики**, (Санкт-Петербург, 1999).
- [13] В.Н. Комаров, **Вселенная видимая и невидимая**, (Знание, Москва, 1979).
- [14] Г.А. Котельников, "Групповые свойства волнового уравнения с инвариантной скоростью света", **Теор.Мат.Физ.** 42, 139-144 (1980).
- [15] Г.А. Котельников, "Группа Галилея в исследованиях свойств симметрии уравнений Максвелла" в **Групповые Теоретические Методы в Физике** 1, 466-494 (Наука, Москва, 1983).
- [16] Л.В. Курносова, "Рассеяние фотонов различных энергий на электронах", **Успехи Физических Наук**, 52, 603-649 (1954).
- [17] Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц, **Теория поля**, (Наука, Москва, 1988).
- [18] А.А. Логунов, М.А. Мествиришвили, **Релятивистская теория гравитации**, (Наука, Москва, 1989).
- [19] Л.И. Мандельштам, **Лекции по оптике, теории относительности и квантовой механике**, (Наука, Москва, 1972).

- [20] Г.В. Николаев, **Современная электродинамика и причины ее парадоксальности**, (Твердыня, Томск, 2003).
- [21] Л.Б. Окунь, К.Г. Селиванов, В.Л. Телегди, "Гравитация, фотоны, часы", **Успехи Физических Наук**, **169**, 1141-1147, (1998).
- [22] Л.А. Победоносцев, Я.М. Крамаровский, П.Ф. Паршин, Б.К. Селезнев, А.Б. Березин, "Экспериментальное определение доплеровского смещения линий водорода на пучках ионов H_2^+ в диапазоне энергий 150-2000 кэВ", **Журнал Технической Физики**, **59**, N 3, 84-89, (1989).
- [23] А. Пуанкаре, **О науке**, (Наука, Москва, 1983).
- [24] Г. Розенберг, "Скорость света в вакууме", **Успехи Физических Наук**, **48**, 599-608, (1952).
- [25] И.В. Савельев, **Курс физики**, т. 1, (Наука, Москва, 1989).
- [26] И.В. Савельев, **Курс физики**, т. 3, (Наука, Москва, 1987).
- [27] В.Д. Савчук, **От теории относительности до классической механики**, (Феникс+, Дубна, 2001).
- [28] В.И. Секерин, **Теория относительности – мистификация века**, (Новосибирск, 1991).
- [29] Д.В. Сивухин, **Атомная и ядерная физика**, часть 1, (Наука, Москва, 1986).
- [30] Д.В. Сивухин, **Оптика**, (Наука, Москва, 1985).
- [31] Д.В. Сивухин, **Электричество**, (Наука, Москва, 1977).
- [32] Э. Тейлор, Дж. Уилер, **Физика пространства-времени**, (Мир, Москва, 1968).
- [33] В.А. Угаров, **Специальная теория относительности**, (Наука, Москва, 1969).

- [34] Р. Фейнман, Р. Лейтон, М. Сэндс, **Фейнмановские лекции по физике**, вып.2, (Мир, Москва, 1977).
- [35] **Физический энциклопедический словарь**, т. 2, (Советская Энциклопедия, Москва, 1962).
- [36] В.А. Фок, **Теория пространства, времени и тяготения**, (Физматгиз, Москва, 1989).
- [37] Н.У. Франкфурт, А.М. Френк, **Оптика движущихся тел**, (Наука, Москва, 1972).
- [38] Э. Шмутцер, **Теория относительности – современное представление**, (Мир, Москва, 1981).
- [39] Э.В. Шпольский, **Атомная физика**, (Наука, Москва, 1974).
- [40] А. Эйнштейн, **Собрание научных трудов**, (Наука, Москва, 1967).
- [41] **Эфирный ветер** (ред. В.А. Ацюковский), (Энергоатомиздат, Москва, 1993).

На английском языке:

- [42] A. Agathangelides, "The GLORY in Small Letters", **Galilean Electrodynamics 13**, Spec.Iss., 19-20 (2002).
- [43] A. Agathangelides, "The Sagnac Effect is Fundamental", **Galilean Electrodynamics 13**, 79-80 (2002).
- [44] V. Aleshinsky, "Electrodynamics: the Consistent Formulas of Interaction for a Current Elements, a Moving Charges and New Effects", **Spacetime and Substance 3**, N 1/11, 1-14 (2002).

- [45] G. Antoni and U. Bartocci, "A Simple Classical Interpretation of Fizeau's Experiment", **Apeiron** **8**, 139-145 (2001).
- [46] C. Antonopoulos, "A Bang into Nowhere: Comments on the Universe Expansion Theory", **Apeiron** **10**, 40-68 (2003).
- [47] S.N. Arteha, "On the Basis for Special Relativity Theory", **Galilean Electrodynamics** **14**, Special Issues 2, 23-28 (Fall 2003).
- [48] S.N. Arteha, "On Frequency-Dependent Light Speed", **Galilean Electrodynamics** **15**, Spring (2004).
- [49] S.N. Arteha, "On Notions of Relativistic Kinematics", **Galilean Electrodynamics** **15**, Fall (2004).
- [50] S.N. Arteha, "On the Basis for General Relativity Theory", **Spacetime and Substance** **3**, N 5/15, 225-233 (2002).
- [51] S.N. Arteha, "Some Remarks to Relativistic Kinematics", **Spacetime and Substance** **4**, N 3/18, (2003).
- [52] S.N. Arteha, "On Notions of Relativistic Dynamics", **Spacetime and Substance** **4**, N 4/19, (2003).
- [53] S.N. Arteha, "Some Remarks to Relativistic Experiments", **Spacetime and Substance** **4**, N 4/19, (2003).
- [54] S.N. Arteha, "Critical Comments to Relativistic Dynamics", **Spacetime and Substance** **4**, N 4/19, (2003).
- [55] A.K.T. Assis and M.C.D. Neves, "History of the 2.7 K Temperature Prior to Penzias and Wilson", **Apeiron** **2**, 79-87 (1995).
- [56] P. Beckmann, "Sagnac and Gravitation", **Galilean Electrodynamics** **3**, 9-12 (1992).
- [57] S. Bertram, "The Lorentz Transform", **Galilean Electrodynamics** **6**, 100 (1995).

- [58] T.G. Blaneu, C.C. Bradley, G.J. Edwards, B.W. Jolliffe, D.J.E. Knight, W.R.C. Rowley, K.C. Shotton, P.T. Woods, "Measurement of the Speed of Light", **Proc. R. Soc. London A** **355**, 61-114 (1977).
- [59] L.B. Boldyreva and N.B. Sotina, "The Possibility of Developing a Theory of Light Without Special Relativity", **Galilean Electrodynamics** **13**, 103-107 (2002).
- [60] A. Brillet and J.L. Hall, "Improved Laser Test of the Isotropy of Space", **Phys. Rev. Lett.** **42**, 549-552 (1979).
- [61] R.T. Cahill and K. Kitto, "Michelson-Morley Experiment Revisited and the Cosmic Background Radiation Preferred Frame", **Apeiron** **10**, 104-117 (2003).
- [62] J.O. Campbell, "Black Holes – Fact or Fiction?", **Apeiron** **5**, 151-156 (1998).
- [63] J.P. Claybourne, "Why an Ether is Positively Necessary and a Candidate for the Job", **Galilean Electrodynamics** **4**, 38-39 (1993).
- [64] J.P. Claybourne, "The Reciprocity of Einstein's Special Relativity Theory", **Galilean Electrodynamics** **3**, 68-71 (1992).
- [65] D.M. Drury, "Lorentz's Galilean-Invariant Form of Maxwell's Equations in Free Space", **Galilean Electrodynamics** **3**, 50-56 (1992).
- [66] K.M. Evenson, J.S. Wells, F.R. Petersen, B.L. Danielson, G.W. Day, R.L. Barger, and J.L. Hall, "Speed of Light from Direct Frequency and Wavelength Measurements of the Methane-Stabilized Laser", **Phys. Rev. Lett.** **29**, 1346-1349 (1972).
- [67] T.V. Flandern, "On the Speed of Gravity", **Galilean Electrodynamics** **4**, 35-37 (1993).

- [68] T.V. Flandern, "What the Global Positioning System Tells Us about the Twin's Paradox", **Apeiron 10**, 69-86 (2003).
- [69] T.V. Flandern, "The Top 30 Problems with the Big Bang", **Apeiron 9**, 72-90 (2002).
- [70] L.P. Fominskiy, "To Concept of an Interval or Basic Mistake of the Theory of Relativity", **Spacetime and Substance 3**, N 2/12, 49-54 (2002).
- [71] Yu.M. Galaev, "Etheral Wind in Experience of Millimetric Radiowaves Propagation", **Spacetime and Substance 2**, N 5/10, 211-225 (2001).
- [72] Yu.M. Galaev, "The Measuring of Ether-Drift Velocity and Kinematic Ether Viscosity within Optical Waves Band", **Spacetime and Substance 3**, N 5/15, 207-224 (2002).
- [73] G. Galeczki, "Physical Laws and the Theory of Special Relativity", **Apeiron 1**, 26-31 (1994).
- [74] G. Galeczki and P. Marquardt, "A Non-expanding, Non-relativistic Universe", **Apeiron 3**, 108-113 (1996).
- [75] Jo. Guala-Valverde, "The Identity of Gravitational Mass/Inertial Mass. A Source of Misunderstandings", **Spacetime and Substance 2**, N 1/6, 42-43 (2001).
- [76] R.R. Hatch, "Relativity and GPS-II", **Galilean Electrodynamics 6**, 73-78 (1995).
- [77] R.R. Hatch, "In Search of an Ether Drift", **Galilean Electrodynamics 13**, 3-8 (2002).
- [78] H.C. Hayden, "Is the Velocity of Light Isotropic in the Frame of the Rotating Earth", **Physics Essays 4**, 361-367 (1991).
- [79] H.C. Hayden, "Stellar Aberration", **Galilean Electrodynamics 4**, 89-92 (1993).

- [80] J.P. Hs'ü, L. Hs'ü, "A Physical Theory Based Solely on the First Postulate of Relativity", **Phys. Let.A** **196**, 1-6 (1994).
- [81] P. Huber and T. Jaakkola, "The Static Universe of Walther Nernst", **Apeiron** **2**, 53-57 (1995).
- [82] T.S. Jaseja, A. Javan, J. Murray, and C.H. Townes, "Test of Special Relativity or of the Isotropy of Space by Use of Infrared Masers", **Phys. Rev.** **133**, A1221-A1225 (1964).
- [83] Ph.M. Kanarev, "Photon Model", **Galilean Electrodynamics** **14**, Spec.Iss., 3-7 (2003).
- [84] A.L. Kholmetskii, "Is the Theory of Relativity Self-consistent?", **Apeiron** **8**, 74-83 (2001).
- [85] P. Kolen and D.G. Torr, "An Experiment to Measure the One-Way Velocity of Propagation of Electromagnetic Radiation", **Found. Phys.** **12**, 401-411 (1982).
- [86] P.S. Laplace, **Mechanique Celeste**, english transl. reprinted by Chelsea Publ., (New York, 1966).
- [87] R.B. Lindsay, **Theoretical Physics**, (Dover Publications, New York, 1969).
- [88] Ch.W. Lucas and J.C. Lucas, "Weber's Force Law for Finite-Size Elastic Particles", **Galilean Electrodynamics** **14**, 3-10 (2003).
- [89] S. Marinov, **Czech.J.Phys.** **24**, 965 (1974).
- [90] S. Marinov, **Gen.Rel.Grav.** **12**, 57 (1980).
- [91] P. Marmet, "GPS and the Illusion of Constant Light Speed", **Galilean Electrodynamics** **14**, 23-30 (2003).
- [92] A. Martin, "Light Signals in Galilean Relativity", **Apeiron** **1**, N 18, 20-25 (1994).

- [93] F.F. Michelson, F.G. Pease and F. Pearson, "Repetition of the Michelson-Morley Experiment", **J.Opt.Soc.Amer.** **18**, 181-182 (1929).
- [94] D.C. Miller, "The Ether-Drift Experiment and the Determination of the Absolute Motion of the Earth", **Revs. Mod. Phys.** **5**, 203-242 (1933).
- [95] C.I. Mocanu, "Is Thomas Rotation a Paradox?", **Apeiron** **1**, N 16, 1-7 (1993).
- [96] H. Montanus, "Special Relativity in an Absolute Euclidean Space-Time", **Physics Essays** **4**, 350-356 (1991).
- [97] H.A. Munera, "Michelson-Morley Experiments Revisited: Systematic Errors, Consistency Among Different Experiments, and Compatibility with Absolute Space", **Apeiron** **5**, 37-53 (1998).
- [98] U. Nascimento, "On the Trail of Fresnel's Search for an Ether Wind", **Apeiron** **5**, 181-192 (1998).
- [99] M.M. Novak, "The Effect of a Non-Linear Medium on Electromagnetic Waves", **Fortsch. Phys.** **37**, 125-159 (1989).
- [100] H.A. Papazian, "On the Mass of the Photon", **Galilean Electrodynamics** **4**, 75-77 (1993).
- [101] B.I. Peshchevitskiy, "Relativity Theory: Alternative or Fiasco", **Galilean Electrodynamics** **3**, 103-105 (1992).
- [102] V.V. Petrov, "The Michelson-Morley Experiment and Fresnel's Hypothesis", **Galilean Electrodynamics** **13**, Spec. Iss., 11-14 (2002).
- [103] R. Prasad, "A Non-Riemannian Universe", **Apeiron** **3**, 113-116 (1996).

- [104] C.E. Renshaw, "The Radiation Continuum Model of Light and the Galilean Invariance of Maxwell's Equations", **Galilean Electrodynamics** **7**, 13-20 (1996).
- [105] W. Rindler, **American Journal of Physics** **29**, 365 (1961).
- [106] H. Robertson, "Postulate Versus Observation in the Special Theory of Relativity", **Rev.Mod.Phys.** **21**, 378-382 (1949).
- [107] W.A. Rodrigues,Jr. and J. Tiomno, "On Experiments to Detect Possible Failures of Relativity Theory", **Found. Phys.** **15**, 945-961 (1985).
- [108] S.A. Sannikov-Proskuryakov, M.J.T.F. Cabbolet, "Towards the Ether Theory (Apology of the Ether)", **Spacetime and Substance** **2**, N 4/9, 171-174 (2001).
- [109] S.A. Sannikov-Proskuryakov, M.J.T.F. Cabbolet, "Non-Einsteinian Theory of Gravity", **Spacetime and Substance** **4**, N 1/16, - (2003).
- [110] Xu Shaozhi, Xu Xiangqun, "A Reexamination of the Lorentz Transformation", **Galilean Electrodynamics** **3**, N 1 (1992).
- [111] Xu Shaozhi and Xu Xiangqun, "On the Relativity of Simultaneity", **Apeiron** **1**, N 16, 8-11 (1993).
- [112] Ch.W. Sherwin, "Measurement of the One-Way Speed of Light", **Galilean Electrodynamics** **13**, 9-13 (2002).
- [113] E.I. Shtyrkov, "Cosmological Redshift and Light Velocity in Vacuum", **Galilean Electrodynamics** **3**, 66-68 (1992).
- [114] E.W. Silvertooth, **Specul.Sc. and Technol.** **10**, 3 (1986).
- [115] D. Sutliff, "Why Physics Cannot Assume the Relativity of Motion or an Infinite Universe: Problems with Special and General Relativity", **Physics Essays** **4**, 217-222 (1991).

- [116] T. Theodorsen, "Relativity and Classical Physics", **Galilean Electrodynamics** **6**, 63-72 (1995).
- [117] D.G. Torr and P. Kolen, "Misconceptions in Recent Papers on Special Relativity and Absolute Space Theories", **Found. Phys.** **12**, 265-284 (1982).
- [118] K.C. Turner, H.A. Hill, **Bull.Amer.Phys.Soc.** **8**, 28 (1963).
- [119] A.P. Volchenko, "About the new Approach to Construction of the Special Relativity", **Spacetime and Substance** **1**, N 3/3, 130-134 (2000).
- [120] Zh.Y. Wang, "Failure of the Relativistic Energy-Momentum Relation for Photons in Media", **Galilean Electrodynamics** **14**, 56 (2003).
- [121] C.K. Whitney, "Finding Absolution for Special Relativity Theory", **Galilean Electrodynamics** **7**, 23-29 (1996).
- [122] C.K. Whitney, "The Twins, the Mesons, and the Paradox", **Apeiron** **4**, 104-109 (1997).
- [123] E.T. Whittaker, **A History of the Theories of Aether & Electricity** (Longman, Green and Co., London, 1910).
- [124] H.E. Wilhelm, "Galilei Covariant Electrodynamics of Moving Media with Applications to the Experiments of Fizeau and Hoek", **Apeiron** **1**, N 15, 1-5 (1993).
- [125] W.F. Wolff, "A Modified Newtonian Treatment of Gravity", **Galilean Electrodynamics** **13**, 55-58 (2002).
- [126] Y.-G. Yi, "On the Nature of Relativistic Phenomena", **Apeiron** **6**, 205-216 (1999).
- [127] N.A. Zhuck, "The Cosmic Microwave Background as Aggregate Radiation of all Stars", **Spacetime and Substance** **1**, N 1/1, 29-34 (2000).

- [128] N.A. Zhuck, "New Concepts about the Universe and its Laws", **Spacetime and Substance** 1, N 3/3, 98-104 (2000).
- [129] N.A. Zhuck, "Modern Concepts of Space, Time and Boundedness of Lorentz Transformation Laws", **Spacetime and Substance** 4, N 1/16, - (2003).

Предметный указатель

- Аберрация 154, 162, 165, 170, 177
63,113,120,137,187,
Аннигиляция пар момент 170
150,161,191 закон сохранения 76
"Большой взрыв" 74,99,101 фотона 157,161,177
Время Интервал 37, 40, 49, 66, 145,
единицы измерения 31 184, 186
жизни мюонов 114 Керра метрика 95
Ньютоновское 12,69,103 Комптона эффект 99,173,193
необратимость 25,51 Красное смещение 99,188
собственное 26,186 Максвелла уравнения 35, 36,
установка абсолютного 145, 183
27,68 инвариантность 61,147
синхронизация Масса
Эйнштейна 29, 31, 51, гравитационная 85
112, 185 закон сохранения 161
в ОТО 86 инертная 85,100
удаленным источником определение 138
ком 19,31,88,91 продольная 140
поперечная 140
Гравитационная фотона
волна 76,96 150,158,161,179,183
постоянная 85,97,101 центр масс 76,139,178
эквивалентность 85
Задачи Некоммутативность 52
скольжение стержня 45 Опыт
поворот стержня 47 Айвса-Стилуэла
Импульс 138,144,145,169
закон сохранения 76, 96,

- 106,122,123
 Кеннеди-Торндайка
 106,121,123
 Майкельсона-
 Морли 106, 108, 112,
 121, 123, 126
 мысленный
 27,32,35,105,117
 Паунда и Ребки
 89,127,128
 Саньяка 117,128
 Физо 114
 Хефеля-Киттинга 89,128
 Отклонение луча 85,93
 Парадокс
 антиподов 20
 близнецов 14,16,27
 модифицированный
 14,87
 n близнецов 17
 весов 53
 времени 19
 гравитационный 98
 креста 41
 нелокальности 61
 одногодок 15
 пешеходов 49
 рамки с током 65
 расстояний 43
 рычага 170
 центра масс 139
 фотометрический Оль-
 берса 98,188
 Преобразования
 Галилея 69,146
 Лоренца
 19,37,45,49,51,52, 55,
 56, 57,59,61,66, 69,
 123, 147,152,186
 Принцип
 отно-
 сительности Галилея
 23,68,108,112,120,122,163
 относительности
 в ТО 23,61,67, 70, 74,
 96,108, 110, 123, 125,
 137
 геометризации 73,197
 эквивалентности 73, 83,
 86, 88, 128
 ковариантности 75,76
 Маха 100
 Ферма 81
 Пространство
 геометрия треугольника
 81
 геометрия окружности
 43,77
 Ньютоновское
 12,61,68,69,103
 однородность 69
 Ритца гипотеза 114
 Свет
 давление 157,178
 скорость 29,66,76,93,106,
 109, 110, 119, 131,
 184
 как эталон 67
 Сила
 в ОТО 96,98,100

- в СТО 135,141,145,161
- Лоренца 141,168,180
 - преобразование 142,143,153,154
 - торможения излучением 170
 - центробежная 21,103
- Система
 - инерциальная 27, 51, 55, 57, 58, 69, 71, 83, 113,124
 - ”почти” 117,124
 - неинерциальная 23, 42, 57, 77, 81, 83, 86, 117, 124, 128, 144, 152
- Смещение перигелия 93, 94, 97, 128
- Спин 159,159
- Томаса прецессия 58,159
- Френеля коэффициент увлечения 112,121,126
- Центр инерции 148
- Черная дыра 94,95
- Шварцшильда решение 95
- Энергия 144
 - единицы измерения 144
 - закон сохранения 76,96, 154,162,165,169, 177
 - связь с массой 135, 149, 150, 156
- Эфир 70, 106, 108, 110, 111, 112, 113, 119, 122, 123, 125, 132
- Доплера эффект 33,110, 122, 131, 188,195,199