

С. Н. Артеха

---

**КРИТИКА ОСНОВ  
ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ**

*Издание третье, расширенное и дополненное*

УДК 530  
ББК 22.31

**Артеха Сергей Николаевич**

**Критика основ теории относительности.**

Издание третье, расширенное и дополненное.

М.: ЛЕНАНД, 2018. – 291 с. (Relata Refero.)

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 неё; 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.

Настоящее издание дополнено рядом новых парадоксов, а также расширено обсуждением связанных с рассматриваемой тематикой вопросов и более подробным анализом некоторых противоречий.

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

# Оглавление

Предисловие к третьему изданию	6
Предисловие к первому изданию	10
<b>1 Кинематика специальной теории относительности</b>	<b>17</b>
1.1 Введение . . . . .	17
1.2 Релятивистское время . . . . .	20
1.3 Относительность одновременности . . . . .	50
1.4 Преобразования Лоренца . . . . .	56
1.5 Парадоксы сокращения расстояний . . . . .	59
1.6 Релятивистский закон сложения скоростей . . . . .	73
1.7 Добавочная критика кинематики СТО . . . . .	83
1.8 Выводы к Главе 1 . . . . .	97
<b>2 Основы общей теории относительности</b>	<b>99</b>
2.1 Введение . . . . .	99
2.2 Критика основ общей теории относительности . . . . .	100
2.3 Критика релятивистской космологии . . . . .	127
2.4 Выводы к Главе 2 . . . . .	133
<b>3 Экспериментальные основы теории относительности</b>	<b>135</b>
3.1 Введение . . . . .	135
3.2 Критика релятивистской интерпретации ряда экспериментов . . . . .	138
3.3 Выводы к Главе 3 . . . . .	172

<b>4</b>	<b>Динамика специальной теории относительности</b>	<b>174</b>
4.1	Введение . . . . .	174
4.2	Динамические понятия СТО . . . . .	177
4.3	Критика общепринятой интерпретации релятивистской динамики . . . . .	196
4.4	Выводы к Главе 4 . . . . .	233

**Приложения:**

<b>A</b>	<b>Анализ “доказательства” существования инвариантной скорости</b>	<b>234</b>
<b>B</b>	<b>Возможная частотная параметризация</b>	<b>242</b>
<b>C</b>	<b>О возможном механизме частотной зависимости</b>	<b>252</b>
<b>D</b>	<b>Замечания о некоторых гипотезах</b>	<b>258</b>
	<b>Заключение</b>	<b>267</b>
	<b>Литература</b>	<b>274</b>
	<b>Предметный указатель</b>	<b>289</b>

# От издательства

Эта книга продолжает серию “Relata Refero” (дословный перевод — рассказываю рассказанное).

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

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

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

# Предисловие к третьему изданию

*Моё дело — сказать правду,  
а не заставлять верить в неё.  
(Ж.-Ж. Руссо)*

*Следует отказываться от того, что представляется  
ложным и шатким, даже если нам нечем заменить его.  
Заблуждение остаётся заблуждением независимо  
от того, ставим ли мы на его место истину или нет.  
(Вольтер)*

С момента появления первого издания книги [133] уже прошёл немалый срок — 14 лет. Ситуация в России немного улучшилась в плане возможностей обсуждения поднятых в книге вопросов. На некоторых конференциях стали допускаться дискуссионные доклады по принципиальным вопросам с критикой сомнительных теорий (теорий относительности, Большого взрыва, релятивистской космологии и др.). Некоторые вполне официальные журналы (правда, пока не профильные РАНовские) стали публиковать критические статьи и альтернативные идеи. Многие перестали бояться иметь собственную точку зрения и высказывать её публично. Кое-где на постоянной основе работают семинары, где можно обсудить новые нара-

ботки и идеи, в том числе фундаментального характера. Так что в целом процесс осознания и освобождения от самообмана, пусть медленно, но идёт. За прошедшее время автор тоже опубликовал дополнительно ряд статей в англоязычных журналах и материалах международных конференций [134-138,152-155], а уж количество общения с российскими и зарубежными исследователями было просто огромным. Также автором была составлена Библиотека антирелятивистской литературы <http://www.antidogma.ru/library/index.html>, где кратко изложен ход антирелятивистской борьбы с момента возникновения теорий относительности, выписаны многие тысячи имён честных исследователей, критиковавших эти теории и ссылки на тысячи критических публикаций (некоторые из публикаций можно прочитать или скачать с сайта).

К числу критиков теории относительности принадлежат многие известные философы, математики и физики, включая двенадцать лауреатов Нобелевской премии, т.е. люди, внёсшие пионерский вклад в развитие науки (а не только писавшие и переписывавшие учебники). Число именитых противников обсуждаемой теории сопоставимо с числом её именитых сторонников, так что авторитет тут явно не судья. Не верьте, будто бы критики теории относительности отвергают какие-то наблюдаемые эффекты. Понять против чего же мы выступаем легче всего на следующем примере. Представьте себе, что колдун заклинает о восходе Солнца. Мы не говорим, будто не увидим восхода Солнца. Мы только утверждаем, что заклинания колдуна не имеют никакого отношения к этому восходу. Теория относительности – это заклинания колдуна, которые вовсе не имеют отношения ко всем тем эффектам, объяснение которых приписывает исключительно себе самой теория относительности. Таким образом, нет причин отвергать возможность собственного анализа данной теории и искать реальные причины и конкретные механизмы явлений. Необходимо помнить, что, например, в математике бесконечное (!) число подтверждений не могут перевесить даже одного опровержения. Вот почему релятивистам стоит подумать имен-

но над теми противоречиями, которые обнаружили оппоненты, а не соревноваться в количестве случаев, где противоречия ими преднамеренно сокрыты. Поиск истины всегда предполагает серьёзное отношение к возражениям оппонентов.

Позиция Истинного учёного прекрасно отражена в следующем высказывании. **Кто хочет выявить истину, тот не менее усердно ищет её и в убеждениях или предположениях противника. . . Он старается помочь противнику найти для его мысли слова, которые наиболее точно выражали бы её. Он пытается понять противника лучше, чем тот сам себя понимает. Вместо того, чтобы использовать каждый слабый пункт аргументации противника для низложения, развенчания и уничтожения того дела, которое он отстаивает, участник предметной дискуссии прилагает усилия к тому, чтобы извлечь из утверждений противника всё то ценное, что поможет выявлению истины.** (Т. Котарбинский)

Многие ли относятся к поиску Истины и к методам ведения дискуссии, как Истинные учёные? Не стоит воспринимать обсуждение научных теорий в духе животных инстинктов – конкуренции в борьбе “за место под Солнцем”! Давайте попробуем отойти от порочной практики “заметания проблем под ковёр” и, наоборот, станем честно сообщать об имеющихся в физических теориях нестыковках, противоречиях с другими фактами или проверенными теориями, о неалгоритмических приёмах, дополнительных гипотезах *ad hoc*, нерешённых физических, философских, методологических или математических проблемах. Когда эти проблемы будут честно высвечены, то любой исследователь сможет попытаться их решить; и если это не сможет сделать наше поколение, то наверняка смогут сделать последующие поколения. Важно, чтобы каждому новому поколению не пришлось с нуля “подпольно выковыривать эти проблемы из-под ковра”, а можно было бы самые молодые и самые продуктивные годы сосредоточиться на их обдумывании и решении. (Например, математические книги с заглавием, начинающимся слова-

ми “Нерешённые проблемы . . .” всегда вдохновляют, в отличие от нытья некоторых “выдающихся” физиков о конце науки.)

Первый вариант книги был написан, в основном, тезисно, кратко (многие пункты можно было бы дополнить и расписать до объёма отдельной статьи). Но он был изложен так, чтобы любой человек смог понять существующие проблемы, было бы только желание. И хотя материалы, изложенные в первой версии книги, не потеряли своей актуальности (и никакой материал не был исключён из новой версии), тем не менее было решено выпустить не стереотипное издание, а расширенную и дополненную версию книги. Данное издание дополнено изложением новых ключевых парадоксов, добавочными литературными ссылками (в том числе в обоих Предисловиях), расширено более подробным обсуждением ряда нюансов, сопутствующих моментов и альтернатив, дополнено подробным разъяснением некоторых прежних противоречий. Это сделано из расчёта предвзятого прочтения книги релятивистами. Разумеется, если у них возникнет хотя бы малейшее желание разобраться в существе поднимаемых проблем.

У автора нет ни малейшей физической возможности убедить в чём-либо шесть миллиардов жителей Земли (даже по одной секунде на каждого – в итоге будет больше человеческой жизни). Да и такой недостижимой цели не ставится. Разумеется, каждый человек имеет полное право сделать свой собственный выбор за который и будет отвечать, в том числе, выбор “продолжить вариться в собственном соку”. Хотелось бы только напомнить, что “к шорам всегда прилагаются хомут, уздечка и кнут”. А в остальном всё это – личный выбор человека! И я уважаю и принимаю любой выбор, лишь бы он был осознанным.

Приступая к критическому анализу обеих теорий относительности, желаю всем оставаться честными хотя бы по отношению к самому себе. Итак, в добрый путь поиска Истины!

Ноябрь 2017 г.

# Предисловие к первому изданию

*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 расчётов 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 “её” результаты были получены либо до создания этой теории, либо без использования её идей (часто её противниками) и только потом усилием “собираателей” были “приписаны” к её достижениям.

Казалось бы, теория относительности прочно интегрировалась в современную физику и не стоит “копаться” в её 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 берётся 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 серьёзно и подробно обсуждаться научной общественностью, чтобы “не испортить молодые души”.

Однако, существует немногочисленная, но очень активная и очень высокопоставленная часть научной элиты, которая ведёт себя странно закодированным образом. С самым серьёзным покровительственным видом они могут обсуждать “жёлтых 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 бельё и там может быть обнаружено какое-то “родимое пятно”. Возможно, им просто “приказано срочно громить” и они всё 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 рациональное зерно, способное улучшить их же собственную теорию.

Теория относительности претендует на роль не просто теории (например, как один из методов расчёта 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 проверки 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 путём 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 введённых 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 звёзд и планет не следует существование хрустальных сфер). Во-вторых, даже в математике существуют дополнительные условия, трудно выражимые 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 упражнения 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 её качество (названия статей и книг, приведённые в конце данной книги в списке литературы, говорят сами за себя).

Надо признаться, что в отличие от критики, существует профессиональная фундаментальная апологетика теории относительности [3,17,19,26,30,31,33-35,37-41,158,159]. 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 [48-55], 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 лучше воспринимаются на своём 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 объёма, 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 мёртв 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 саму 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 Приложении А (добав-

лено к 3-му изданию) анализируются математические псевдодокладательства необходимости существования некой инвариантной скорости. В остальных Приложениях рассматриваются частные гипотезы.

Сентябрь 2003 г.

## 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 [38], 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 начнём 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 неё 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 [58,65,102,111,132,144,145,148-151,156,157]. В [48-50,52,134-138,152-155] 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 и С в качестве частной гипотезы).

В данной главе будет подробно представлена критика кинематических понятий СТО и обращено внимание на ряд “правдоподобных” ошибок из учебников. Всё это заставляет вернуться к классическим понятиям пространства и времени, которые явно сформулировал ещё 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 “своё 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 Ньютонским классическим понятиям [28].

Ньютон, исходивший 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 не определяемым 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 чётко отделил абсолютное, истинное, математическое время или длительность (всё 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 пересчёта 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. Если одной из целей науки считать поиск причинно-следственных связей явлений, то важный позитивный момент классического подхода заключается в отделении объекта исследования от остальной Вселенной. Например, в подавляющем большинстве случаев “движение глаз наблюдателя” не оказывает заметного влияния на конкретный протекающий процесс, и уж тем более на всю оставшуюся Вселенную. Конечно, бывают “кажущиеся эффекты”, но от них обычно избавляются градуировкой приборов, пересчётом и т.д., чтобы сосредоточиться именно на исследуемом процессе. Классические понятия кинематики фактиче-

ски и были введены Ньютоном для определения независимых от исследуемого процесса реперных точек и эталонов. Это создаёт базу для единого описания самых различных феноменов, стыковки разных областей знания и упрощения описания. Да и интуитивно классические понятия совпадают с тем, что дано нам в ощущениях и не пользоваться этим – всё равно, что силиться “ходить на ушах”. Поэтому, если вдруг некое время начинает зависеть от какого-то процесса, значит всего-навсего был выбран неправильный эталон или перепутаны понятия “время” и “часы”. Многовековое развитие науки показывает, что классические представления кинематики (начавшиеся оформляться ещё древними греками) не приводят ни к внутренним логическим противоречиям, ни к противоречиям с экспериментами.

Перейдём теперь к тому, что же “натворили” в этой области релятивисты и рассмотрим логические противоречия базисных понятий пространства и времени в СТО. Начнём 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 трёх 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 [48,51] и противоречивость понятия “относительность одновременности” [50]. (Заметим, что диаграмма пространства-времени [33] 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).

Анализ теории относительности начнём с традиционного классического парадокса близнецов

### Классический парадокс близнецов

Общеизвестное правдоподобное “объяснение” традиционного парадокса близнецов состоит в указании на несимметричность ситуации: две системы отсчёта неэквивалентны вследствие наличия ускорения у одного из близнецов при развороте его ракеты. К сожалению, “магия математики” (с привлечением смены линий одновременности или верой в общую теорию относительности) гипнотизирует многих исследователей. Однако одних игр с математическими символами недостаточно для физики: физика занимается поиском причин явлений, механизмов их реализации и физическим смыслом используемых величин. Именно этим физика отличается от математики. Разберём роль ускорений.

Напомним, что релятивистское собственное время любого объекта не зависит от скорости движения самого этого объекта, аналогично классическому времени. Пусть первый близнец остался в инерциальной системе отсчёта без гравитации, второй же близнец – космонавт-путешественник. Во-первых, вспомним, что согласно учебникам СТО, **по мнению каждого из братьев**, до ускорения (до разворота) **другой брат** должен быть **моложе**. Отметим это *начальное состояние* – до ускорения. Вообще, во время всего полёта, за исключением времён ускорений, ситуация в СТО полностью симметрична для обоих близнецов

(такое положение дел принимается учебниками). Следовательно, по мнению **каждого из братьев** увеличение возраста **другого** брата должно быть меньше, чем собственное увеличение возраста за эти (неускоренные) части полёта. Так как ускорялся только брат-космонавт, то (согласно релятивистским учебникам) именно он и объявляется моложе брата-домоседа при встрече. Это *конечное состояние*. Но поскольку омоложение (движение *собственного* времени вспять) невозможно, то за время ускорения близнец-космонавт не мог стать ещё более молодым, чем до ускорения, чтобы поменять свою разницу в возрасте с братом с плюса на минус (вспомните отмеченное ранее “начальное состояние”). Значит, если верить в результаты СТО, брат-домосед должен постареть намного больше брата-космонавта (чтобы компенсировать начальную противоположную разницу в возрасте). Поскольку единственным воздействием было ускорение, то, с точки зрения близнеца-космонавта: ускоряется он сам, а стареет-то быстрее другой брат! (Не запретить ли космонавтам и спортсменам ускоряться, чтобы все вокруг меньше старели?) В чём же причина подобного “явления-на-расстоянии”? Да и механизм отсутствует (ускорение близнеца 2 не может влиять на расстоянии на старение близнеца 1).

Во-вторых, как видно из рисунка 1.1, длины участков с ускорениями  $|OA|$ ,  $|BC|$ ,  $|CB|$  и  $|AO|$  можно для разных полётов выбрать одинаковыми (зафиксировать), а длины участков полёта с большой одинаковой постоянной скоростью  $|AB|$  и  $|BA|$  существенно менять для разных полётов. Например, в одном случае выбрать полёт на расстояние 50 световых лет, а в другом случае – на 100 световых лет. Очевидно, что **одно и то же ускорение** не может объяснить **разную** разницу в возрасте **двух пар** близнецов ( $t_2 - t_1 \sim 50$  лет и  $t_4 - t_3 \sim 100$  лет соответственно). Иначе теряется причинность: ускорение ведь одно и то же, а его влияние различно для разных пар близнецов! 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

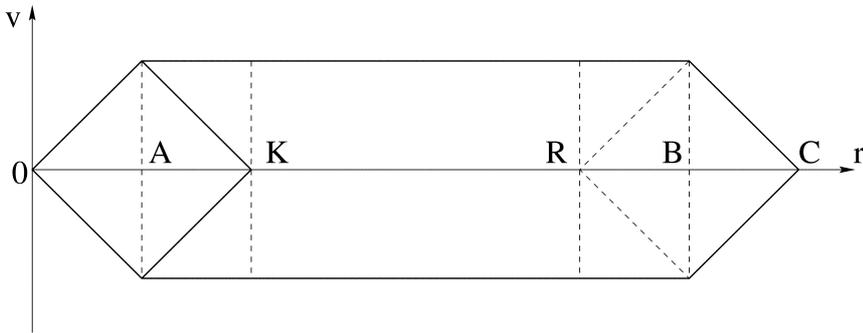


Рис. 1.1: Роль ускорений в парадоксе близнецов.

скоростью).

В-третьих, брат-домосед может принять участие только в ускоренных движениях: туда на участках  $|OA|$  и  $|AK|$ , и обратно. Эти участки полностью идентичны аналогичным участкам движения брата-космонавта: туда  $|OA|$  и  $|BC|$ , обратно  $|CB|$  и  $|AO|$ . Брат-домосед может стартовать в расчётный момент пролёта брата-космонавта через точку  $R$ . В результате будет наблюдаться только смещение времени начала ускоренных движений. Следовательно, ключевое отличие в ускорениях исчезает, так как оба близнеца были вовлечены в одинаковые (по их собственным временам) ускоренные движения.

В-четвёртых, предположим теперь другую ситуацию. Первый брат остаётся на Земле и находится под действием привычной силы тяжести (ускорение свободного падения  $\mathbf{g}$ ). Второй брат ускоряется с таким же ускорением  $\mathbf{g}$  только на участках  $|OA|$ ,  $|BC|$ ,  $|CB|$  и  $|AO|$ . Заметим, что релятивистские скорости могут быть достигнуты при таком ускорении за время порядка года. Очевидно, что за этот год ускоренного движения не произойдёт ни ускоренного старения, ни ускоренного омоложения. Следовательно, на космонавта ускорение  $\mathbf{g}$  влияет только малую часть его полёта. Брат-домосед мог бы даже на время равномерного полёта своего брата-космонавта удаляться в космос,

чтобы не испытывать притяжение Земли  $\mathbf{g}$ , тогда ситуация для них была бы полностью идентичной, ведь согласно общей теории относительности влияние гравитации с величиной  $\mathbf{g}$  и влияние ускорения  $\mathbf{g}$  эквивалентны. Кто же теперь будет моложе? Во всех рассмотренных ранее случаях отсутствует механизм влияния ускорения одного из близнецов на возраст другого близнеца. Таким образом, совпадение математических символов с заранее требуемыми результатами СТО – не более чем подгонка, и первоначальное “объяснение” парадокса близнецов с помощью ускорения (Эйнштейн, Паули, Борн, Лауэ) может быть сдано в пыльный архив курьёзов истории науки.

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. Подробный анализ теории относительности продолжим теперь рассмотрением видоизменённого парадокса близнецов.

### Модифицированный парадокс близнецов

Предварительно напомним, что в классической физике результаты, полученные одним из наблюдателей, могут быть использованы любым другим наблюдателем (в том числе и исследователями, вовсе не участвовавшими в эксперименте). Поэтому наша цель в данном случае – сформулировать такую симметричную постановку задачи, чтобы ответ был очевиден из здравого смысла. Релятивисты же, постоянно (!) отрекающиеся от здравого смысла и верящие во всеобщность относительности, просто обязаны были бы тогда рассмотреть и сопоставить между собой: 1) и результаты эксперимента для каждого из участников, 2) и релятивистские представления (расчёты) каждого участника о результатах наблюдений и расчётов каждого другого наблюдателя! Только тогда релятивисты смогли бы показать отсутствие противоречий и наблюдаемость своих релятивистских эффектов. Однако почему-то они не стремятся в этом вопросе к установле-

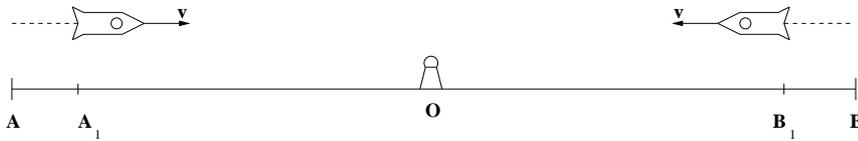


Рис. 1.2: Модифицированный парадокс близнецов.

нию Истины, а те немногие, кто проделывал подобный анализ, либо констатировали отсутствие релятивистских эффектов для схем с двумя наблюдателями (и заявляли об этом), либо обнаруживали наличие противоречий при большем числе наблюдателей (наиболее честные и бесстрашные даже переходили в лагерь критиков теории относительности).

Пусть две колонии землян  $A$  и  $B$  находятся на большом расстоянии друг от друга (Рис. 1.2). 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 одинаковыми. В момент пролёта 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.

Этот парадокс можно ещё более усилить, если сформулировать его как парадокс одногодоч, поскольку в СТО декларируется не перенос начала отсчёта времени (например, как в часовых поясах на Земле), а изменение длительности самого хода времени. Законы ускорения (разгона) и последующие постоянные скорости движения ракет заранее выбраны одинаковые. Пусть теперь с каждой колонии стартует семья космонавтов, и пусть сразу после прекращения всех ускоренных движений на каждом

корабле родилось по младенцу. Покоящиеся наблюдатели в точках  $A_1$  и  $B_1$  могут подтвердить факт появления соответственно младенцев 1 и 2. В этот момент время синхронизуется для всех пяти участников: нулевой отсчёт времени устанавливается для каждого из двух младенцев, для обоих наблюдателей в точках  $A_1$  и  $B_1$  и для наблюдателя на маяке, неподвижного относительно  $A_1$  и  $B_1$ . Эти младенцы и выбираются для сравнения возрастов. Вся предыдущая история движения (до точек  $A_1$  и  $B_1$  соответственно) для них не существует. Младенцы отличаются тем, что всё время двигались друг относительно друга с постоянной скоростью. До встречи на маяке они пролетели по сравнению друг с другом одинаковый путь как с точки зрения наблюдателя на маяке ( $d = |OA_1| = |OB_1|$ ), так и с точки зрения каждого из них на свой пройденный путь. Это чистый опыт именно для сравнения длительности промежутков времени и проверки СТО. Пусть, например, полёт ребёнка 1 с постоянной скоростью продолжался 18 лет по часам, находящимся в первой ракете. Тогда с точки зрения СТО первый ребёнок будет рассуждать так: “все 18 лет моей жизни второй ребёнок двигался относительно меня с большой скоростью, значит его возраст должен быть меньше моего”. Если же вдобавок он начнёт отсчитывать возраст второго ребёнка 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 ребёнке будет думать второй ребёнок. Однако, вследствие полной симметрии движения результат очевиден: возраст таких “космонавтов” будет одинаков (что и подтвердит покоящийся наблюдатель на маяке).

Пролетая маяк без остановки, космонавты могут сфотографировать себя, подписать возраст и обменяться фотографиями цифровым методом. Неужели лицо на фотографии одного космонавта станет стареть во время торможения второго космонавта? Кроме того, заранее неизвестно, кто же из космонавтов захочет двигаться с ускорением, чтобы развернуться и догнать другого. Впрочем, каждый может далее продолжить свой прежний путь и дополнить его равным пройденным путём, разлетаясь из едино-

го центра, и долететь с постоянной скоростью до точек  $B_1$  и  $A_1$  соответственно, чтобы даже суммарный пройденный ими путь был явно одинаковым. Так кто же из них будет моложе? Или они не двигались друг относительно друга?

Некоторые релятивисты-математики предпочитают подгонять расчёты под результаты СТО с использованием преобразований Лоренца. Для этого у них есть две хитрости. Первая – сокрытие смысла используемых физических величин: часть из них является непосредственно измеряемыми для **одного** конкретного **фиксированного** наблюдателя, а вот другая часть для этого же наблюдателя – всего лишь расчётные величины, уже завязанные на веру в СТО. Таким образом, это согласование **с самим собой** по правилам СТО является псевдонаучным мазохизмом. Для данного парадокса первая хитрость не проходит, так как участники встречаются в одной точке. Вторая хитрость связана с переносом начального времени для вечно существовавших часов (иногда их координат) в преобразованиях Лоренца. Эта хитрость в данном парадоксе также не проходит, так как нельзя перенести начальное время назад – младенца просто тогда ещё не было, да и вперёд нельзя – его возраст воочию виден точно. В классической физике понятие времени непротиворечиво и допускается как попарное, так и коллективное сравнение прошедшего времени (или показаний часов). В СТО это уже не так. Ситуация предельно очевидна для симметричной задачи.

I) Своё собственное время каждый участник сможет измерить (увидеть) за время опыта по наручным часам. Оно будет одинаковым для всех пяти наблюдателей при пролёте космонавтов мимо маяка (или же при пролёте ими удалённых наблюдателей в точках  $B_1$  и  $A_1$  соответственно), иначе бы нарушался сам принцип относительности, т.е. вовсе отсутствовала бы база СТО.

II) Это же своё и чужое собственное время они увидят своими глазами при встрече. Но далее, например, первый ребёнок должен выяснить и сравнить, какими согласно СТО должны быть:

III) расчётное время, якобы прошедшее на маяке, “пока маяк летит к ребёнку 1 со скоростью  $\mathbf{v}$ ”,

IV) расчётный возраст ребёнка 2, пока он летел к ребёнку 1 со скоростью  $\mathbf{V}_{AB}$ ,

V) какой возраст ему самому припишет ребёнок 2,

VI) какой возраст ему самому припишет наблюдатель на маяке,

VII) какой возраст ребёнку 2 припишет наблюдатель на маяке,

VIII) какой возраст наблюдателю на маяке припишет ребёнок 2.

И на такие восемь вопросов должен ответить каждый из участников эксперимента. В результате для каждого участника расчётные и экспериментальные времена различаются (не все одинаковые); например, присутствуют такие, как

$$\frac{d}{v}, \quad \frac{d}{\gamma v}, \quad \frac{d(1 + v^2/c^2)^2}{\gamma v}$$

и другие, и противоречат хотя бы чьим-то наблюдениям или ожиданиям.

Рассмотрим теперь видоизменённый парадокс “ $n$  близнецов” (Рис. 1.3). Пусть они отправляются в полёт в разных направлениях из одного центра  $O$  так, что все углы разлёта в любых парных сочетаниях различны (неправильный  $n$ -угольник). График скоростей и ускорений заранее определён 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). С другой стороны, для оставшегося в центре  $(n + 1)$ -го близнеца схема полностью симметрична и возраст братьев-космонавтов будет одинаков. Простейший частный случай получается, если один брат остаётся в центре, а два других разлетаются в противоположных направлениях (под углом  $180^\circ$ ). Заметим, что сама по себе идея введения

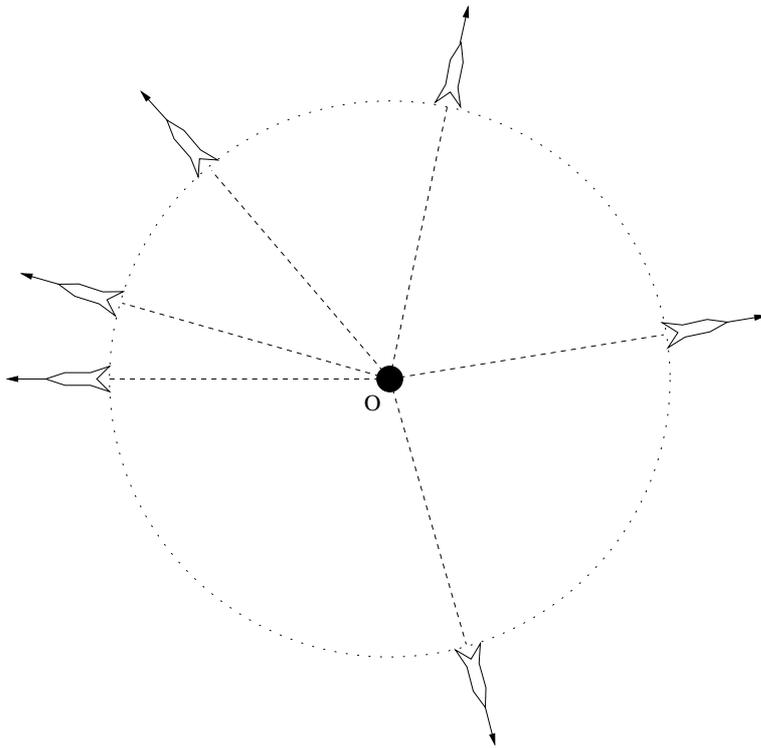


Рис. 1.3: Парадокс и близнецов.

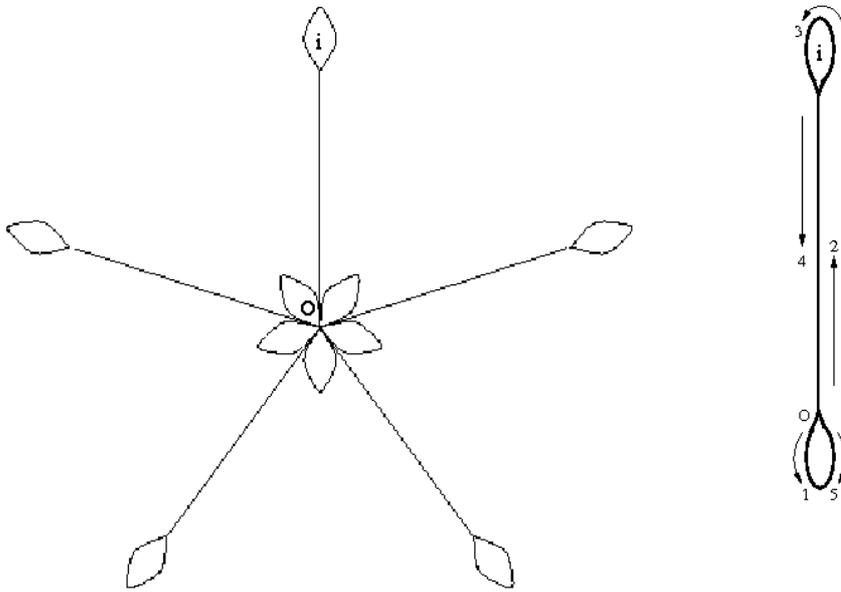


Рис. 1.4: Полёт по симметричной схеме типа цветка.

в некую более сложную схему полёта третьего наблюдателя была предложена раньше (см. [156]).

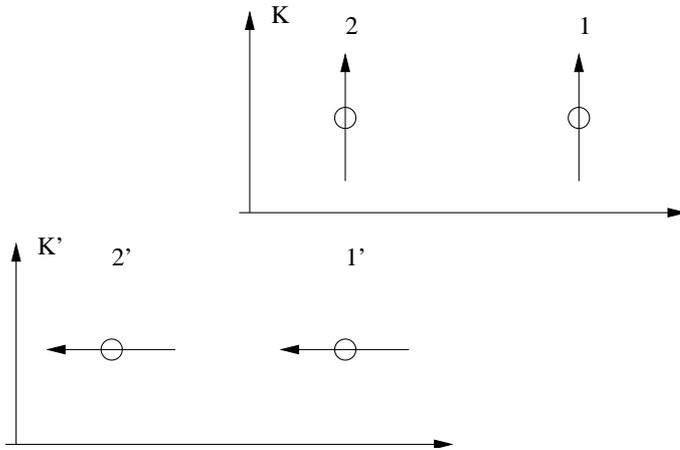
Рассмотрим более подробно подобную симметричную схему полёта типа цветка (Рис. 1.4), включающую прямолинейные отрезки движения с постоянной скоростью (инерциальные участки). Движение каждой ракеты состоит из пяти участков. Стартуя из одного центра  $O$  с одинаковым по модулю ускорением (например,  $\mathbf{g}$ ) вдоль идентичных петель (ускоряющие участки 1), ракеты опять пролетают тот же самый единый центр  $O$ . Следовательно, время, затраченное каждой ракетой ( $i$  или  $j$ ) на прохождение таких разгонных участков, будет одинаковым как с точки зрения покоящегося наблюдателя в центре, так и с точки зрения любого из космонавтов:  $t_{1i} = t_{1j}$ . Далее ракеты летят равномерно и прямолинейно (инерциальные отрезки 2). Затем они

разворачиваются по идентичным поворотным петлям (участки 3). Для поворотных петель также легко доказать, что  $t_{3i} = t_{3j}$ , так как любая из петель может быть получена из другой петли или из петель 1 с помощью некоторого параллельного переноса и поворота. Далее ракеты опять летят равномерно и прямолинейно (инерциальные отрезки 4 совпадают с отрезками 2, только движение происходит в обратном порядке). Наконец, движение завершается после прохождения тормозных петель (участки траектории 5 совпадают с участками траектории 1). Торможение осуществляется в обратном порядке по отношению к разгону:  $t_{5i} = t_{5j} = t_{1i} = t_{1j}$ . Схема полностью симметрична, значит, общее время движения для всех космонавтов будет одним и тем же:  $t_i = t_j$ . Понятно, что вышесказанное отражает однородность и изотропию пространства. Поскольку движение каждой ракеты состоит из движений по этим пяти участкам, то мы окончательно получаем для движений по прямолинейным траекториям (инерциальным участкам):  $t_{2i} + t_{4i} = t_{2j} + t_{4j}$  для любых  $i$  и  $j$ . Однако, скорость – это векторная величина и относительная скорость зависит от выбора  $i$  и  $j$ . Да и релятивистская формула, отражающая замедление времени, содержит только квадрат относительной скорости. Следовательно, согласно СТО, ход времени должен отличаться для разных космонавтов, что приводит к противоречиям как между самими космонавтами, одновременно стартовавшими и финишировавшими, так и с данными стационарного наблюдателя. Таким образом, само по себе наличие относительной скорости не может быть причиной замедления времени. Попытки “объяснения” различных вариантов классического парадокса близнецов с помощью искусственно выдуманных вспомогательных диаграмм выглядят наивно: опять релятивисты хитрят и не рассматривают решения на предмет отсутствия противоречий с точки зрения всех наблюдателей (неужели кто-то из них будет утверждать, что преобразования Лоренца недостаточны, а диаграммы дают нечто большее?). Физика и математика, “мягко говоря”, слегка разные науки. Может кого-то и сможет заинтересовать – как при этом меняются или враща-

ются 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 ощущения (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 поётся в песне, “а в остальном, прекрасная маркиза, – всё хорошо, всё хорошо”. Состряпано хитроумно.

### Парадокс времени

Перейдём 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 отсчёта 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. 1.5). Например, синхронизация может быть проведена бесконечно удалённым 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

Рис. 1.5: Парадокс времени: момент  $t = 0$ .

имеем

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

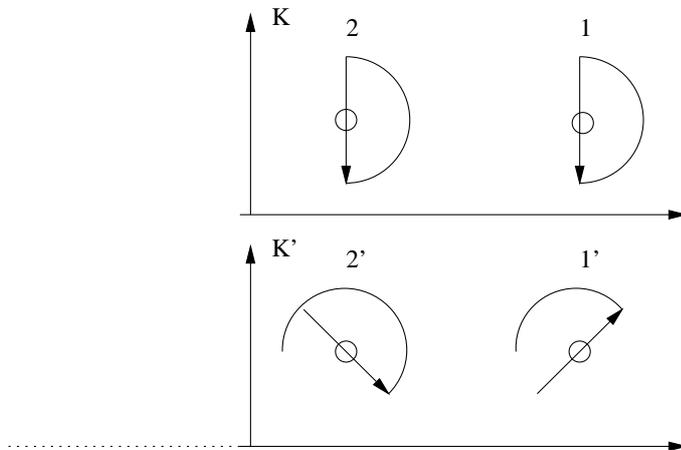
Однако, по формулам преобразований Лоренца в момент совпадения часов с точки зрения двух наблюдателей (вблизи часов) в системе  $K$  имеем (Рис. 1.6):

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

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 логиче-

Рис. 1.6: Парадокс времени: момент  $t = t_1$ .

ское противоречие СТО – парадокс антиподов. Два антипода на экваторе (например, один человек – в Бразилии, а другой – в Индонезии) отличаются тем, что за счёт вращения Земли они движутся друг относительно друга в каждый момент времени с постоянной по модулю скоростью (Рис. 1.7). Следовательно, несмотря на очевидную симметрию задачи, каждый из них должен постареть или помолодеть относительно другого. Мешает тяготение? Уберём 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 далёкую звезду и по периоду собственного вращения карусели. Очевидно, течение времени будет одинаковым для обоих “космонавтов”. Синхронизовать время можно расчётным методом, зная период обращения (это всё 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 уве-

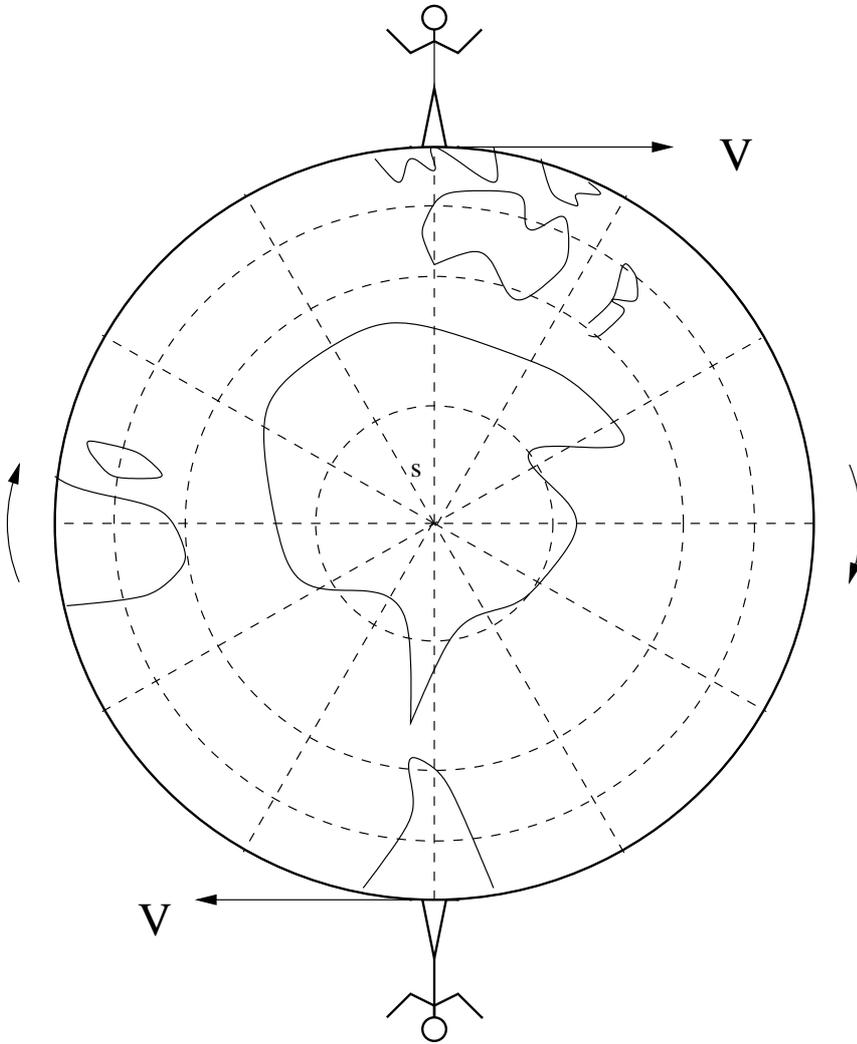


Рис. 1.7: Парадокс антиподов.

личивать 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 антиподов от прямолинейного, то есть неинерциальность системы не сможет быть обнаружена экспериментально за всё время проведения опыта. Борются релятивистам за необходимость принципиальной инерциальности системы не стоит, так как беспредельная строгость “зарубает” любую теорию. Напомним, что даже в такой строгой науке как математика (например, при обосновании теории действительных чисел) используется понятие  $\varepsilon$  – сколь угодно малого наперёд заданного числа. В нашем случае для строго математического перехода отношение центростремительного ускорения  $v^2/R$  к центростремительному ускорению на Земле  $a_c$  может быть сделано меньше любой сколь угодно малой величины  $\varepsilon$  за счёт выбора большого радиуса “карусели”  $R$  (например, можно взять  $\varepsilon \sim 10^{-10}$  или  $\varepsilon \sim 10^{-100}$ , а ведь все опыты СТО выполнены на Земле с  $\varepsilon \sim 1$ !). 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 мёртв”? 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. А для тех релятивистов, которые “принципиально” будут пытаться закрыть глаза себе и другим на возможность

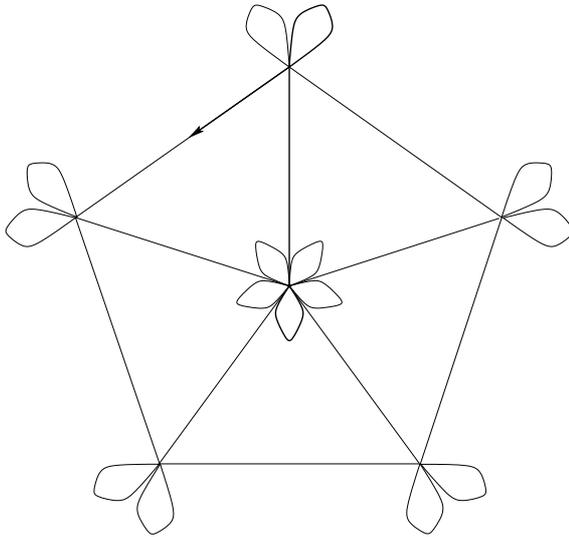


Рис. 1.8: Другая симметричная модель полёта типа “цветка”.

перехода к большим  $R$ , можно предложить вписать в окружность большого радиуса правильный  $n$ -угольник ( $n \geq 3$ ; в каждом угле расположен неподвижный наблюдатель) и рассмотреть теперь уже чисто прямолинейные движения ракет с космонавтами вдоль сторон этого  $n$ -угольника (даже одинаковые петли для набора одинаковых скоростей с помощью одинаковых “земных” ускорений  $g$  можно одинаково пристыковать к углам этого  $n$ -угольника). Очевидно, что для неподвижного наблюдателя (например, в центре окружности) все эти инерциальные системы ракет совершенно равноправны и ход времени в ракетах будет одинаков, несмотря на движение ракет друг относительно друга. Здесь мы также можем нарисовать очевидную симметричную схему типа “цветка” для возможности одновременного старта и финиша космонавтов в центре окружности (см. Рис. 1.8).

Поскольку мы сравниваем ход времени (а не начало отсчёта времени), можно воспользоваться равенством хода времени

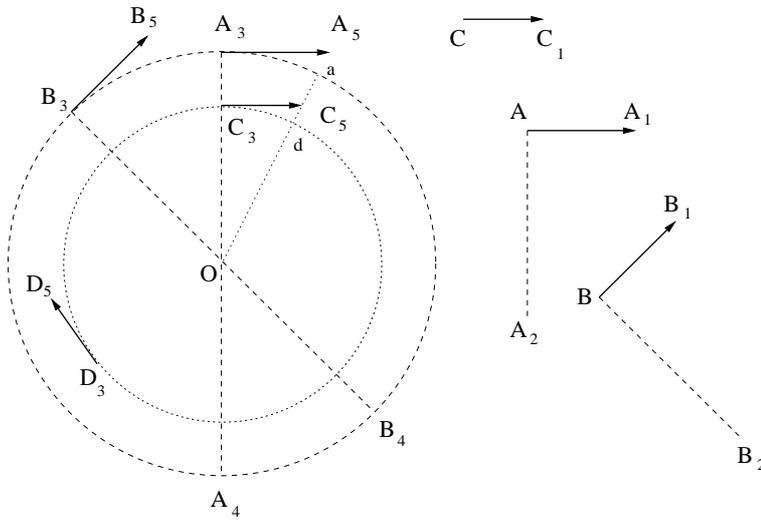


Рис. 1.9: Модель карусели для произвольных плоских движений.

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. 1.9). Например, пусть мы имеем два объекта, которые совершают прямолинейные движения, изображённые на рис. 1.9 векторами скоростей  $\overrightarrow{AA_1}$  и  $\overrightarrow{BB_1}$ . 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 наперёд заданной малой величины  $\varepsilon_1$  (например, существующей точности измерения ускорений):  $v^2/R < \varepsilon_1$ , то есть  $R > v^2/\varepsilon_1$ . Проводим прямую  $AA_2$  перпендикулярную  $AA_1$ . Через точку  $O$  проводим прямую  $A_3A_4$ , 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  $\overrightarrow{AA_1}$ . Прделаав 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  $O$ . Возьмём 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. 1.9 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). Опять время может “отмеряться” периодическими вспышками из центра  $O$  (сколько световых сфер будет проходить через окружность  $C_3d$ , столько же будет проходить и через окружность  $A_3a$  – световые сферы нигде “не прячутся, не исчезают, не конденсируются и не добавляются”). 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 течёт одинаковым образом. Переход к трёхмерному движению для точечных объектов также совершается элементарно. Вна-

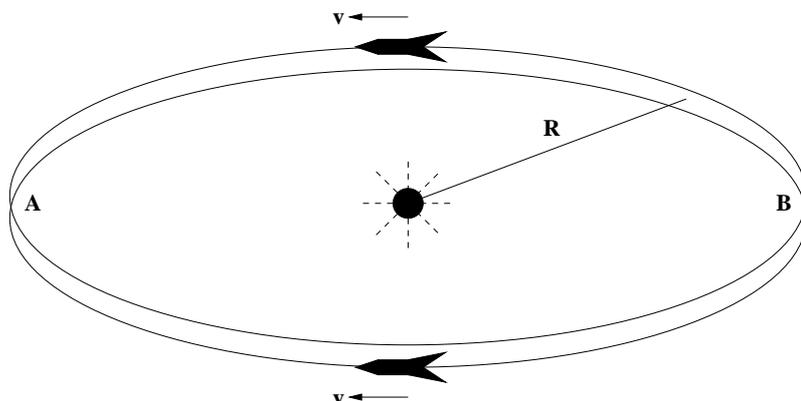


Рис. 1.10: Движения по круговым орбитам.

чале 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.

### Круговое движение ракет

Рассмотрим ещё один ключевой парадокс. Представьте себе, что две одинаковые ракеты (или спутника) связанно летят по одинаковым круговым орбитам вокруг звезды. Очевидно, что согласно СТО (да и общей теории относительности) время течёт одинаково в обеих системах связанных друг с другом ракет. Рассмотрим теперь вторую ситуацию (Рис. 1.10): мы разделили ракеты и повернули одну из орбит на  $180^\circ$  относительно произвольного диаметра. Теперь ракеты движутся вдоль тех же орбит с теми же самыми скоростями, но вращаются вокруг звезды в противоположных направлениях, встречаясь дважды за каждый оборот (в точках  $A$  и  $B$ ). Очевидно, что влияние эффектов общей теории относительности (ОТО) на ход времени для обеих ракет оста-

лось неизменным. Но возникло противоречие с влиянием СТО на ход времени: теперь **ракеты движутся друг относительно друга** всё время с ненулевой скоростью (вспомните релятивистскую формулу, включающую квадрат скорости). Какие уж там наносекунды, тут “молодильными яблочками” пахнет! Поскольку число оборотов может быть произвольным, остаётся только решить, кому присудить “Главный приз” – остаться более молодым? Тому, кто движется против или по часовой стрелке? И откуда смотреть? Фактически очевидно, что задача полностью симметрична, и никакой разницы во времени существовать не может. Это означает, что такой эффект СТО, как замедление времени, полностью отсутствует. Центробежное ускорение (неинерциальность) мешает релятивизму? Нет проблем! Пусть линейная скорость ракет близка к скорости света. Будем увеличивать радиус орбит  $R$  так, чтобы отношение центробежного ускорения ракет  $c^2/R$  к центробежному ускорению на поверхности Земли  $a_c$  было меньше любой наперёд заданной величины  $\varepsilon$ . Например, можно выбрать  $\varepsilon \sim 10^{-10}$ . А ведь все якобы подтверждающие релятивизм результаты получены на Земле с  $\varepsilon \sim 1$ ! Опять релятивистам не стоит бороться за абсолютную инерциальность, иначе у СТО вовсе не останется даже предмета для исследований!

### Парадокс распиленной линейки

Вспомним доказательство Галилея (методом деления целого на части) того факта, что увеличение массы тела вдвое не может в два раза увеличить ускорение его падения, и сформулируем парадокс распиленной линейки. Рассмотрим четыре идентичных линейки (Рис. 1.11). Для наглядности покоящаяся линейка  $A$  лежит на старте, а покоящаяся линейка  $B$  лежит на финише. Линейка  $C$  будет двигаться в течение эксперимента, будучи распиленной на две равные части (1 и 2), а такая же линейка  $D$  будет в течение эксперимента двигаться как единое целое. Все законы движения заранее выбраны одинаковыми. Сначала рас-

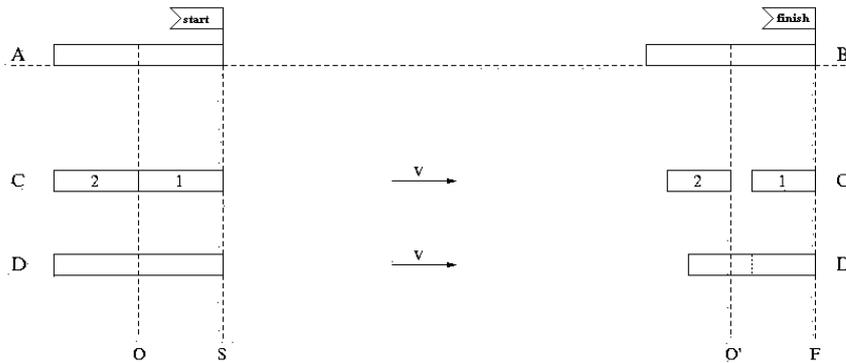


Рис. 1.11: Парадокс распиленной линейки.

смотрим отдельно движение первой половины линейки  $C - 1$ . Эта линейка начинает двигаться с постоянным ускорением, достигает большой скорости  $V$ , летит с такой постоянной скоростью и пересекает финишную линию  $F$  своим правым концом. Предположим теперь, что вторая половина линейки  $C - 2$  начинает двигаться одновременно с первой половиной и движется по тем же самым законам (что и  $C - 1$ ). Тогда её правый конец пересечёт линию  $O'$  в момент пересечения финиша  $F$  первой половиной линейки  $C - 1$ . Это очевидный результат: ситуация со второй половинкой линейки  $C - 2$  отличается от ситуации с первой половинкой линейки  $C - 1$  только параллельным переносом начала координат, так как правый конец половины линейки переносится параллельно с линии  $S$  на линию  $O$ . Но для неразрезанной линейки  $D$  ситуация будет совершенно иной, так как линейка достигает финиша как единое целое. Имеем логическое противоречие. Во-первых, откуда линейка может знать о своём разрезе? Во-вторых, разрез нулевой ширины не может согласно СТО превратиться в ненулевой пространственный зазор. Кроме того, линейка может быть разделена на произвольное число частей и просто невозможно будет подгонкой (мысленный сдвиг

для спасения СТО) избавиться от всех возникающих зазоров одновременно.

### 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 взаимодействия (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. 1.12). Пусть наблюдатель расположен в неподвижной системе  $S$  в точке  $O$ , где помещён маяк. Маяк сигналил 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,

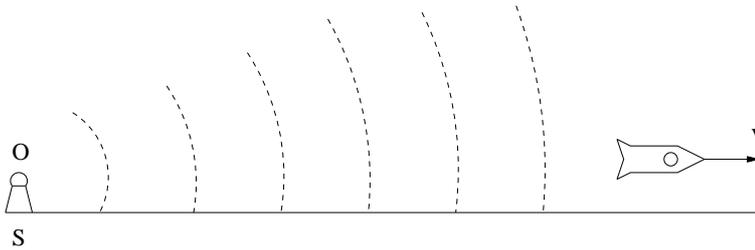


Рис. 1.12: Обмен сигналами собственного времени.

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  $N$  секунд 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 (например, голубиной почтой), люди могли синхронизовывать время, так как пользовались отдалённым источником сигналов (Солнце или звёзды). Представим себе следующий мысленный эксперимент (Рис. 1.13). Удалённый источник  $S$ , находящийся на серединном перпендикуляре к отрезку  $AB$ , периодически посылает сигналы (с периодом  $T$ ). В момент при-

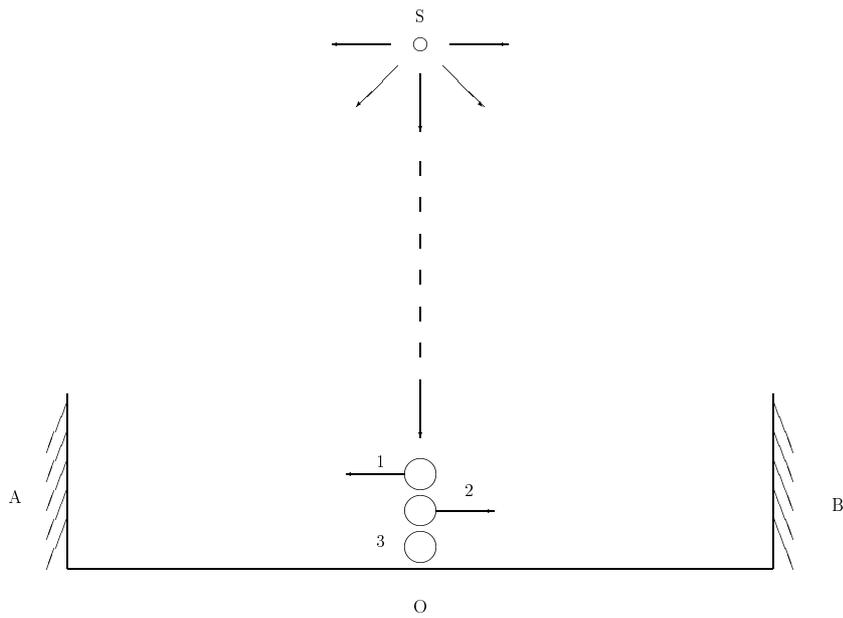


Рис. 1.13: Бесконечно удалённый источник для установления единого абсолютного времени.

хода 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 счёт 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 пролёта точки  $O$  (там же можно поместить наблюдателя 3). Время, определённое таким образом будет единым (в точке  $O$ ) для всех трёх 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 счёт 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 наперёд заданной 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 удалённый источник сигналов, расположенный перпендикулярно к направлению относительного движения систем, может выполнять роль часов, определяющих единое абсолютное время (одинаковое – независимо от инерциальной системы отсчёта). 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 – остаётся независимой лишь одна из переменных, в то время как другая связана с состоянием движения

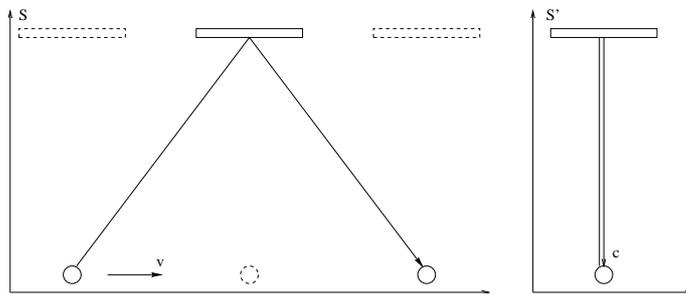


Рис. 1.14: Световые часы.

(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).

Как же любят релятивисты возиться с неработающими изобретениями! Одним из таких “Великих” неработающих изобретений теории относительности являются световые часы (за 100 лет никто даже не пробовал построить опытный образец и никогда не будет пытаться это сделать!). И не потому, что невозможно создать идеально плоские, идеально параллельные, идеально отражающие зеркала. А потому, что мы не сможем наблюдать “ТИК-ТАК” сбоку, как это описывает СТО. Часы “работают” до первого “ТИКА” и перестают быть “идентичными”, так как фотон в момент регистрации “ТИКА” должен провзаимодействовать. Тем не менее, вернёмся “к нашим релятивистам”, которые для демонстрации замедления времени часто пользуются световыми часами [35] (Рис. 1.14). 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  $u$ . Вопрос экспериментального обоснования постулата постоянства скорости света будет проанализирован в Главе 3.

Замедление времени в СТО является не более, чем кажущимся эффектом. Напомним, что для звука длительность гудка трубы  $\Delta t$  также зависит от скорости приёмника 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 поёт 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  $\alpha_1$ ). Хотя песня будет искажена, но никто ещё 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 искажённую песню. Почему же ситуация должна измениться и брат-домосед должен постареть? А если некоторый живой организм будет характеризоваться определённой частотой излучения, отличающей его от мёртвого 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 трёх 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 неопределённой: для какого момента времени считать часы синхронизованными? Для начала процедуры, её

окончания или промежуточного момента? Даже для точек на одной прямой метод Эйнштейна опирается на совершенно не проверенное в экспериментах положение о равенстве скорости света в одном и прямо противоположном направлениях. Фактически, синхронизация оказывается либо наполовину расчётной процедурой, либо многоитерационным процессом, так как синхронизация проводится только для двух выбранных точек. Этих недостатков лишен метод синхронизации с помощью удалённого источника на серединном перпендикуляре [48]. Он позволяет экспериментально (а не расчётно), без дополнительных гипотез синхронизовать время с заранее выбранной точностью сразу на всём данном отрезке (даже на плоском участке).

Перейдём 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 [33] 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 (и за всеми физическими величинами придётся следить отдельно). 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 роли).

Можно предложить следующую механическую модель (Рис. 1.15). Пусть 4 материальные точки (без силы тяжести) “па-

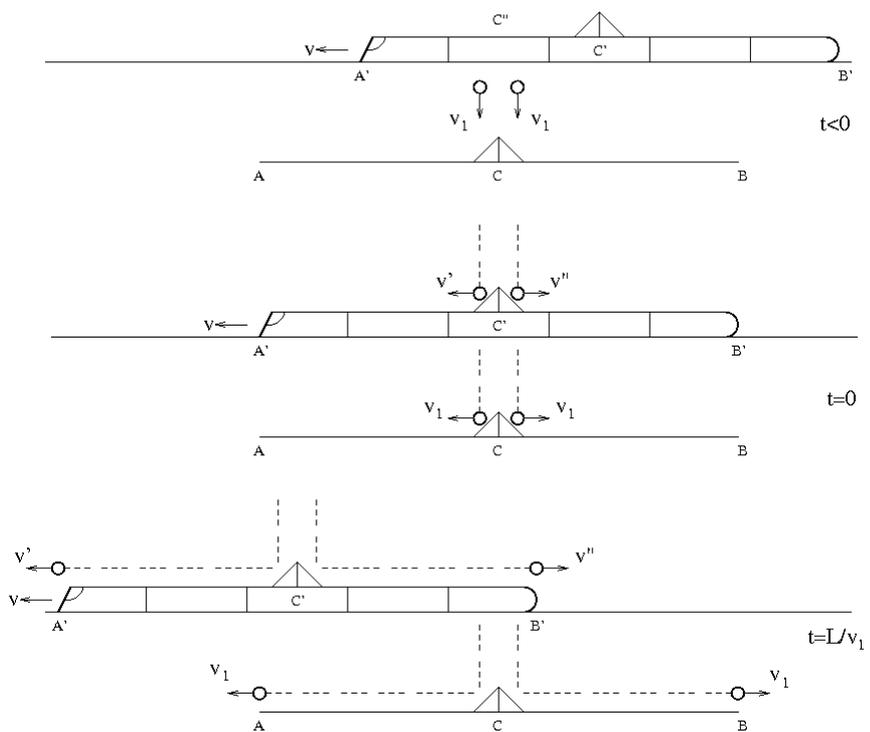


Рис. 1.15: Механическая модель относительности одновременности.

дают” со скоростью  $v_1$  попарно над точкой  $C$  (рядом с полотном железной дороги) и над центром поезда  $C'$ , который к моменту падения “подъедет” к точке  $C''$  рядом с точкой  $C$ . 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). Это случай, когда точки, падающие над поездом, участвовали в его инерциальном движении. Если же вторая пара точек будет падать (над полотном железной дороги) сразу над неподвижной точкой  $C''$ , то треугольный отражатель у поезда (только у него) должен иметь следующие углы при основании: против движения поезда  $\alpha_3 = 0,5 \arctan(v_1/v)$ , а в направлении движения поезда  $\alpha_4 = \pi/2 - \alpha_3$ . В этом случае частицы полетят параллельно поезду и достигнут его концов одновременно (но не одновременно со второй парой частиц!). Если же мы хотим, чтобы все четыре материальные точки “пролетели” одновременно над соответствующими точками  $A', B', A, B$ , то углы при основании отражателя (у поезда) ещё должны быть уменьшены на угол  $\arccos \frac{v_1}{\sqrt{v^2 + v_1^2}}$

(если установить плоский волновод, то пара частиц над поездом не будет “подниматься” слишком высоко, а будет двигаться параллельно поезду). Как видно, механические аналоги возможны

для самых разных ситуаций.

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  $\mathbf{v}$ . В некоторый момент времени  $t > 0$  фронт света будет находиться на сфере  $\Sigma$  относительно центра  $O$  в системе  $S$  и на сфере  $\Sigma'$  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  $\omega$ , в то время как наблюдатель в системе  $S'$  зафиксирует тот же свет, но другой частоты  $\omega'$  (вследствие эффекта Доплера). А это уже два идентифицируемо разных события: при встрече наблюдатели всегда смогут сравнить результаты измерения  $\omega$  и  $\omega'$ !

Разберём 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 СТО за время  $\Delta t = t_1 - t_{01}$  по часам системы  $S$  свет пройдёт 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 пройдёт расстояние  $c(t_2 - t_{02})$  от центра  $O'$ . Согласование начальных времен не влияет на разность времен  $\Delta t$  и может быть проведено как до эксперимента, так и после него любым методом. Например, можно использовать бесконечно удалённый 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 1.7 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

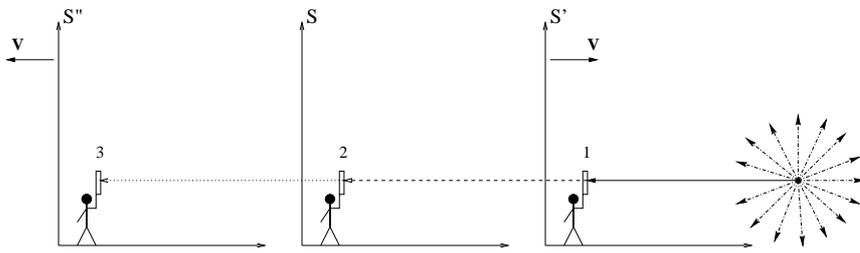


Рис. 1.16: Противоречия относительности одновременности.

(через уравнения Максвелла): световой фронт от источника до приёмника проходит последовательно все промежуточные точки пространства. Именно с этим свойством приходит в противоречие понятие относительности одновременности (Рис. 1.16). Для доказательства этого мы воспользуемся двумя утверждениями из СТО: 1) одна и та же вспышка света одновременно достигает движущихся друг относительно друга наблюдателей, несмотря на то, что за время прохождения света наблюдатели пространственно разойдутся друг от друга на некоторое расстояние; 2) кинематические формулы СТО (из учебников) содержат только квадрат скорости. 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 приёма сигнала убрал его? По мнению второго наблюдателя сигнал отражён первым наблюдателем где-то впереди. А что отражал первый наблюдатель, если его приборы ещё 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 расчёты 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 ещё не дошёл до третьего наблюдателя. Таким образом, второй наблюдатель приходит в противоречие сам с собой: первые расчёты по формулам СТО противоречат вторым расчётам 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: применимо 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 не связанных) 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 отсчёта) порядок следования даже причинно несвязанных событий (где-то это всё 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. 1.17). 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 – 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 четырёх 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 В и С.) Во-вторых, любое преобразование световых поверхностей вовсе не детерминирует преобразование объёмов (в которых могут происходить неэлектромагнитные физические процессы). Например, скорость звука тоже не зависит от движения источника, но никаких глобальных выводов отсюда не следует.

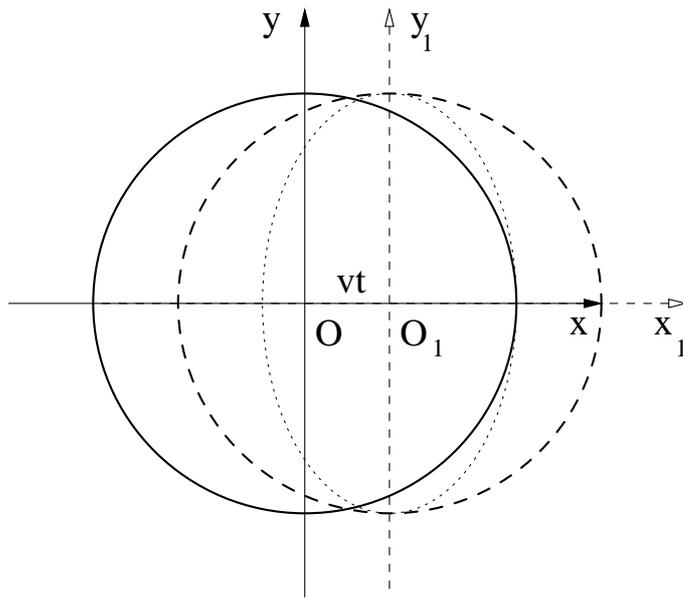


Рис. 1.17: Задача о двух вспышках.

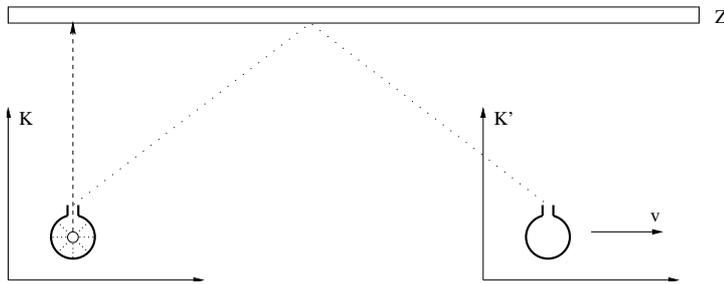


Рис. 1.18: Противоречия континуума световых сфер.

В любом случае преобразования Лоренца в СТО физически описывают два объекта, а не один. В противном случае легко прийти к противоречию (Рис. 1.18). 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 зеркалом  $Z$  (вдоль линии, параллельной линии взаимного движения систем). Тогда наблюдатель в системе  $K$  через некоторое время зафиксирует отражённый сигнал. Пусть сигнал будет полностью поглощён. Однако, другой наблюдатель, движущийся 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 ещё 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

Перейдём теперь к пространственным понятиям. Поскольку все выводы СТО следуют из инвариантности интервала, то из доказанного выше равенства  $dt = dt'$  и из релятивистского равенства  $c = \text{constant}$  (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 отсчёта 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

начнётся.

Поскольку СТО сразу и создавалась как “игра со световыми зайчиками Эйнштейна в абсолютно пустом пространстве”, то любые псевдопарадоксы с использованием электромагнитного поля (токов с контактами, лазеров, световых лучей с зеркалами и т.д.) легко разрешимы, и релятивисты хитро преподносят их как якобы отсутствие противоречий в СТО. Для этого они просто совершают подмену и вместо реальных парадоксов “разбирают” такие выдуманные или “дополненные” ими псевдопарадоксы со всякими электрическими контактами, якобы эффектными взрывами и т.д. Так что будьте внимательны к такому подлогу! А теперь перейдём к конкретным парадоксам сокращения длин.

### Полёт вдоль осей координат

С этого ключевого парадокса даже можно было бы начать книгу, но автор выбрал более привычный всем путь. А суть заключается в том, что некоторые физики за углублением в формализованные детали перестали чувствовать, что любое частное физическое явление составляет **лишь часть единого целого**. Представьте себе три ракеты с космонавтами, которые летели по направлению к началу координат. Одна ракета двигалась равномерно вдоль оси  $X$  со скоростью  $0,99c$  в течение 100 лет по часам покоящейся системы координат. Вторая ракета двигалась равномерно вдоль оси  $Y$  со скоростью  $0,9999c$  в течение 1000 лет по часам начала координат. Третья же ракета летела равномерно вдоль оси  $Z$  со скоростью  $0,999999c$  в течение 1 миллиона лет по часам в начале координат покоящейся системы. И вот эти три ракеты одновременно пролетают начало координат (что при этом было до начала эксперимента: как, когда и откуда стартовали данные ракеты, каждый может рассчитать по той теории, в которую он лично верит). В момент пролёта единого начала координат все космонавты и наблюдатель в начале координат смотрят на окружающую их **единую Вселенную**, а затем обмениваются радиogramмами об увиденном **в один и**

тот же момент времени в одной и той же точке пространства. Покоящийся наблюдатель будет лицезреть привычную всем “вечную Вселенную”. Если верить СТО, то космонавт первой ракеты заявит, будто вся Вселенная сжалась вдоль оси  $X$  в 10 раз, космонавт второй ракеты заявит, что вся Вселенная была сжата вдоль оси  $Y$  в 100 раз, в то время как космонавт третьей ракеты будет утверждать, что **та же самая Вселенная** сократилась вдоль оси  $Z$  в 1000 раз. Неужели кто-то поверит в подобный бред: движение ракеты сжало всю нашу Вселенную? И это без какого-нибудь физического механизма. Реинкарнация барона Мюнхаузена! Или не вся Вселенная сжалась, а только её часть (соответственно 100, 1000 и 1000000 световых лет), чтобы явно не подводить принцип причинности? И появился разрыв с остальной частью Вселенной? Любой вариант – очевидная релятивистская чепуха.

Таким образом, релятивистские преобразования определяют лишь вспомогательные буквы, но не реальные координаты, а в реальности же получается  $d\mathbf{r} = d\mathbf{r}'$ . И опять, поскольку все выводы СТО следуют из инвариантности интервала, то, если верить в релятивистское равенство  $c = \text{constant}$ , получаем  $dt = dt'$  и можно было бы не рассматривать изменение времени. Однако, для полноты взгляда на теорию относительности мы продолжим изучение полной картины абсурда, навязываемой этой теорией.

### Парадокс креста

Пусть на твёрдой плоскости лежит тонкая пластина больших размеров, из которой вырезан небольшой крест (Рис. 1.19). 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 неё 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 переклади-

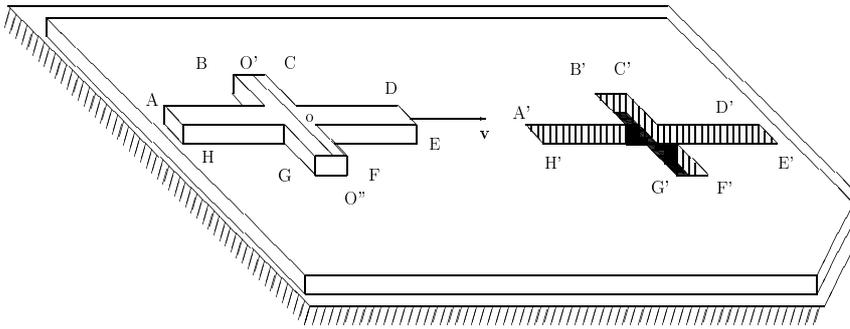


Рис. 1.19: Парадокс креста.

ны. Следовательно, вертикальное движение креста (падение или поворот переднего конца) возможно только, если: (1) центр  $o$  и вся центральная линия переключины ( $O'O''$ ) находятся над пустым пространством, и (2) ни одна из точек  $C, D, E, F$  не имеет опоры. С точки зрения наблюдателя на кресте он проскользнет укоротившуюся в два раза нишу, так как всегда на пластину опирается либо переключина и один из концов, либо оба конца. Известный фокус с поворотом стержня здесь не проходит (эту задачу мы разберём ниже). Однако, с точки зрения наблюдателя на пластине крест (ставший в два раза меньше) упадёт 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? Если кто-то уж очень хочет переформулировать этот парадокс как парадокс существования, то, помня замечание предыдущего параграфа о релятивистских “электромагнитных подменах”, взрыватель должен находиться под пластиной, а кнопочный контакт мог бы замыкаться под пластиной в центре крестообразной ниши только центром тяжести креста при его возможном падении.

### 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 наперёд заданной величины при выборе достаточно большого  $R$ . Подробно геометрия круга будет рассмотрена в Главе 2, посвящённой общей теории относительности. Подобные противоречия показывают логическую несостоятельность привычной теории относительности (теряется предсказуемость – основа науки).

Заметим ещё 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 ракеты ( $v \rightarrow c$ ) мы можем не только рассматривать удалённые звёзды, но и дотронуться до них рукой, ведь в нашей собственной системе отсчёта 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 неё 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 (например, вырезанный из бумаги контурный портрет) скользит с произвольной скоростью по фотоплёнке. Тогда длина этого объекта будет совпадать с длиной его фо-

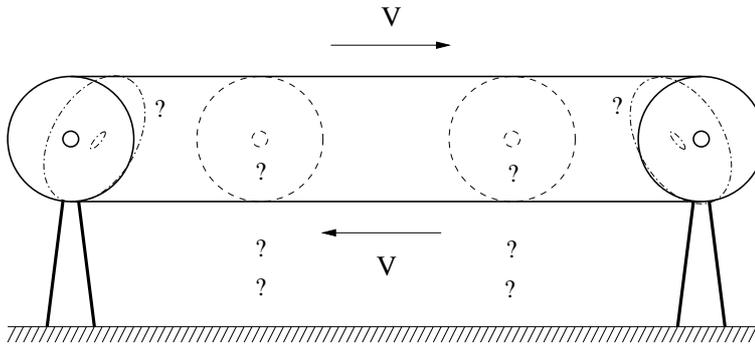


Рис. 1.20: Иллюзии ременной передачи.

тотени, если очень кратковременное освещение произведено бесконечно удалённой фотовспышкой. Можно использовать просто отдалённый источник при условии, что фронт вспышки достигнет плоскости в момент пролёта объектом срединного перпендикуляра, опущенного из источника на плоскость (опять по-поводу “якобы поворота” фронта волны – смотри п.1.7 далее).

Сокращение расстояний до объектов также противоречиво по другой причине. Даже при движении со скоростью пешехода расстояние до отдалённых галактик должно заметно сокращаться. Однако направление такого сокращения является неопределённым. 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 ременной передачей (Рис. 1.20). 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). Например, необъективными оказываются в СТО длины верхней и нижней полови-

ны ремня. 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 чём 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 неопределённости “направления сокращения” (к какой точке пространства?). Действительно, начало отсчёта (наблюдателя) можно поместить в любую точку бесконечного пространства как внутри, так и левее или правее объекта, и тогда весь объект, кроме сокращения, будет ещё перемещаться 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 расчётов, но это вовсе не означает, что любое взаимно однозначное математическое преобразование обладает физическим смыслом. Также странным является процесс останковки сократившихся тел. Возникают вопросы: в какую сторону восстанавливаются их размеры? Куда делось сокращение пространства, если за этим телом наблюдали разные удалённые наблюдатели?



Рис. 1.21: Скольжение внутри сэндвича.

### Задачи о тонких стержнях

Разберём подробно задачу о скольжении тонкого метрового стержня по тонкой плоскости, имеющей метровое отверстие [106] (см. [33], 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 жёсткость стержня к данной задаче? Никакого! Пусть стержень скользит между двумя плоскостями (сэндвич), чтобы в прогибе участвовала только свободно висящая над отверстием часть стержня (Рис. 1.21). Уж если в укоротившееся до 10 см (в 10 раз) отверстие может “прогнуться 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 отсчёта 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. 1.22). 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 прогнётся конец первого стержня (а фактически СТО пытается заменить реальное тело телом с нулевой жёсткостью). Для анализируемых задач релятивистские скорости могут только уменьшить влияние жёсткости по сравнению

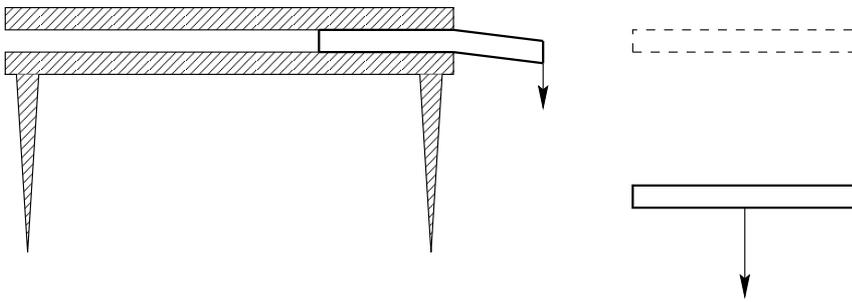


Рис. 1.22: Жёсткость и прогиб стержня.

со случаем малых скоростей, ещё более приближая реальное тело к модели абсолютно твёрдого 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 счёт 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. Возьмём 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. 1.21), чтобы данный стержень мог продолжить скольжение по плоскости (без остановки). Очевидно, что если при нерелятивистских скоростях стержень не «соскользнёт» в реальное 10-ти сантиметровое отверстие, то тем более при больших (релятивистских) скоростях стержень не «соскользнёт» 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 жёсткости)? 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 жёсткость 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 пройдёт через нишу, как и в классической физике). Однако, поворот не отменяет Лоренцова сокращения. Подсветим нишу снизу вдоль оси  $Z$  параллельным пучком лучей (например, от удалённого источника). Будем с большой скоростью пропускать фотоплёнку высоко сверху над нишей, параллельно плоскости, но перпендикулярно взаимному движению стержня и плоскости, то есть вдоль оси  $Y$  (Рис. 1.23). Тогда, несмотря на прохождение стержня, результат в СТО всё равно будет разным для разных наблюдателей. В классической физике получилось бы полное затемнение фотоплёнки в момент прохождения стержня через нишу (что было бы отмечено полностью тёмным участком на светлой полосе). Такое же полное затемнение было бы в СТО с точки зрения наблюдателя на стержне (так как ниша сожмётся и повернётся). Однако, с точки зрения наблюдателя на пластине (и на плёнке) стержень сократится и повернётся. Следовательно, полного затемнения не будет никогда. Кто же прав?

Поскольку релятивистский угол поворота стержня однозначно зависит от отношения скоростей вдоль оси  $X$  и вдоль оси  $Z$ , следовательно, ситуацию элементарно переделать в парадок-

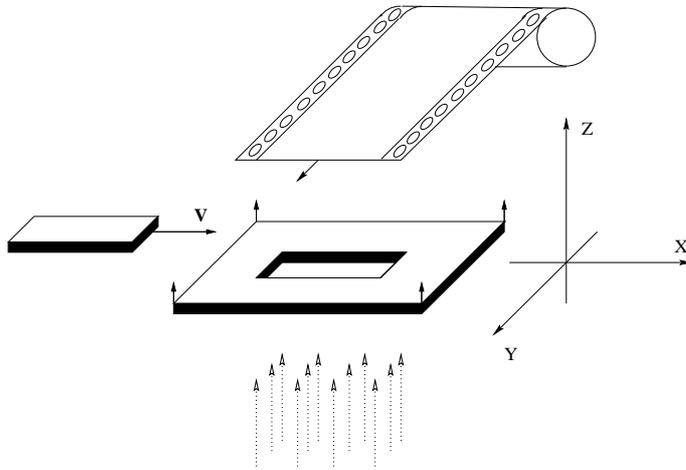


Рис. 1.23: “Поворот” стержня.

сальную. Для этого пусть другой маленький стержень  $l$  скользит со скоростью  $v_1$  по первому стержню (Рис. 1.24, слева). Наблюдатели на обоих стержнях заявят об отсутствии зазора между стержнями. Однако, в соответствии с СТО, для наблюдателя на пластине большой стержень  $L$  и малый стержень  $l$  будут повернуты на различные углы относительно пластины. Из-за различия в скоростях  $v$  и  $v_1$  малый стержень будет повернут вверх относительно большого стержня, и появится зазор между стержнями. Имеем противоречие. Его можно ещё более усилить,

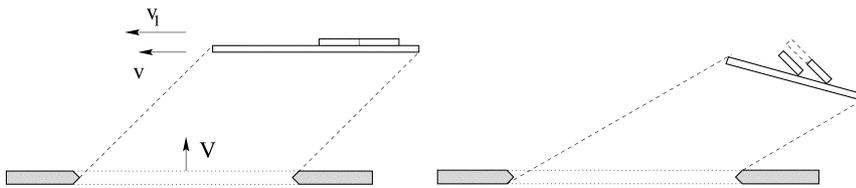


Рис. 1.24: Парадокс скользящих стержней.

если применить метод деления целого на части. Рассмотрим сначала стержень  $l$  как единое целое. Тогда вторая половина стержня  $l$  будет приподнята на некоторую высоту над стержнем  $L$ , по которому происходит скольжение (см. Рис. 1.24, справа, половина стержня – пунктиром). Рассмотрим теперь другую ситуацию, когда малый стержень реально разделён на две половинки. В таком случае ситуация со второй половинкой малого стержня будет полностью аналогична параллельному переносу начала первой половинки стержня. Следовательно, эти половинки окажутся передними концами на большом стержне, но пространственно разделёнными (Рис. 1.24, справа, сплошной линией). Подобная ситуация странна тем, что нулевой разрез должен оставаться нулевым в СТО при любых поворотах и умножениях на релятивистский фактор. На самом деле, мы ещё слегка подыграли СТО, поместив половинки малого стержня **над** большим стержнем. Причина противоречия состоит в том, что в СТО вовсе нет твёрдых тел, непроницаемых для других тел: вся “физика” СТО “выводится” исключительно с использованием вспышек света, а вспышки способны проникать друг сквозь друга. В результате, для согласования свидетельств произвольных наблюдателей (например, в центре стержня), необходимо было бы предположить, что именно в этом месте стержни проходят друг сквозь друга (абсурдное несоответствие релятивистских манипуляций и реальности).

### Некоторые замечания о сокращении длин

Рассмотрим дополнительно релятивистский эффект сокращения расстояний (парадокс пешеходов). Заранее “договоримся” о следующем мысленном эксперименте (Рис. 1.25). 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

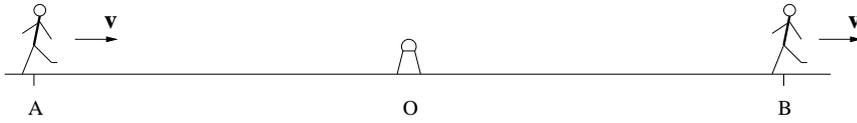


Рис. 1.25: Парадокс двух пешеходов.

(переходный процесс длится доли секунды и не может играть в явлении никакой заметной роли). 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 [37] 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 собственной системы отсчёта, 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 пред-

мета, но и от расстояния до него, то есть от двух параметров. Следовательно, её 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 повёрнутых 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 освещённости, 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 её определения длин путём отказа от объективности ряда других физических величин. Однако, со временем этот фокус не проходит – оно необратимо. Отметим странную вещь: в смысле обратимости (при переходе от одной инерциальной системы отсчёта к другой и обратно!) линейные преобразования Лоренца совершенно эквивалентны для координат и для времени (обратимы). Поэтому странно, когда разница в размерах тел исчезает при возвращении в первоначальное состояние (например, для близнецов), а разница в прошедшем времени остаётся.

## 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  $v_{13}$ . Обе эти скорости наблюдатель в системе  $S_1$  может экспериментально измерить. Фактически, релятивистский закон сложения скоростей определяет относительную скорость того движения, в котором этот 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 и измерения длин. А если сказать прямо, без дипломатических вывертов: “закон” говорит о том, какую относительную скорость системам  $S_3$  и  $S_2$  “директивно” должен приписать “слепой” наблюдатель в системе  $S_1$ , чтобы не дай Бог не подвести “единственно верное учение” СТО (пользующееся искусственно выдуманным методом Эйнштейна для синхронизации времени). Фактически мы опять имеем “закон видимости”. (Для случая возможной параметрической зави-

симости скорости света от частоты это выражение будет изменено – см. Приложения В и С.)

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. 1.26).

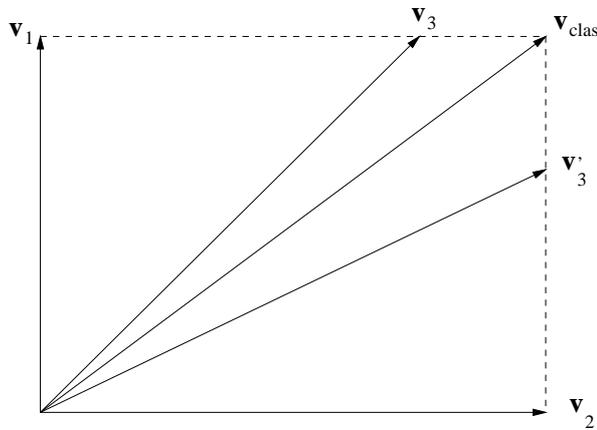


Рис. 1.26: Параллелограммы скоростей в СТО.

Что же в таком случае может означать разложение вектора скорости на компоненты? Во-первых, перенос простейших классических методов расчётов (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 закона сложения скоростей на примере одномерного случая. Пусть

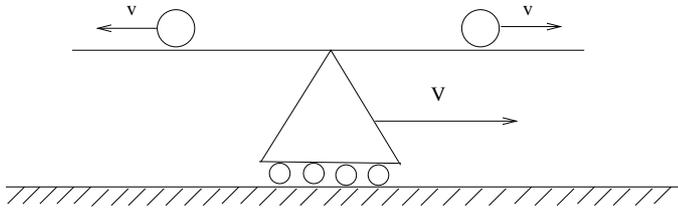


Рис. 1.27: Закон сложения скоростей и противоречие весов.

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. 1.27). Чтобы пока избежать обсуждения свойств релятивистской массы поступим так. Пусть трение оси весов отсутствует всюду, исключая точку горизонтального положения (“мёртвая точка”). В этом положении порог силы трения не позволяет сдвинуться весам за счёт возможной малой разности релятивистских масс (между шарами), но этот порог чувствительности не может воспрепятствовать вращению весов (с “мёртвой точки”) при отсутствии одного из шаров (если он упадёт). 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 жёсткими (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

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

всегда отстаёт 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 звёзд движется наша Земля (фактически существует первая движущаяся система отсчёта), с Земли взлетает космический корабль с большой скоростью (фактически “создана” вторая движущаяся система отсчёта), затем с этого космического корабля взлетает следующая ракета (третья система отсчёта) 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

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

даёт 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 изменённой 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 всё 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  $K'$  (заметьте, что в учебниках рассматривается только ! одномерный случай). 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 дифференциал  $dx_1$  на  $dt_1$  с учётом 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 [49], 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 определёнными 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 трёх 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 остаётся. 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 всё 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 предмета (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 перестаёт 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 перестаёт 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 остаётся 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 приёмника сигнала.

Сделаем одно замечание по-поводу “удивительности” релятивистского закона “сложения” скоростей, позволяющего обмениваться световым сигналом даже когда алгебраическая сумма скоростей оказывается больше  $c$ . 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 самолёта взлетают с аэродрома  $O$  со скоростями  $0,9v_{sound}$  и разлетаются друг от друга в противоположных направлениях оси  $X$  (то

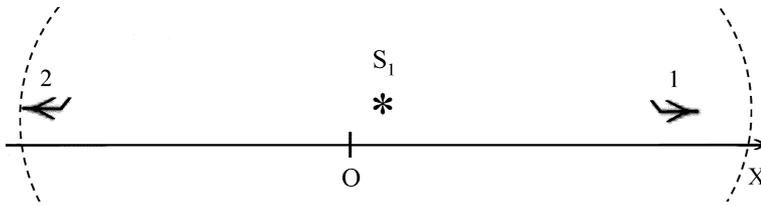


Рис. 1.28: Обмен сигналом.

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 самолёт (пославший сигнал) будет догонять фронт волны, распространяющийся в положительном направлении оси  $X$ , а второй самолёт будет “соревноваться” с фронтом волны, распространяющимся в отрицательном направлении оси  $X$ . Оба самолёта движутся медленнее, чем распространяются соответствующие ближайшие к ним участки фронта волны (Рис. 1.28). Таким образом, сумма скоростей в реальности сопоставляется (сложным образом) не со скоростью звука, а с величиной  $2v_{sound}$  (а для света – с величиной  $2c$ ).

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

Начнём 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 введённым 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 введён 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 мо-

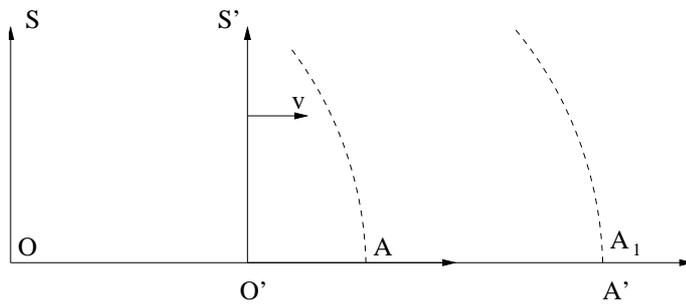


Рис. 1.29: Парадокс нелокальности.

мент 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. 1.29). Сообщим приёмнику 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 приёмник в  $A_1$ ? Время восстановится, а фронт волны опять вернётся в  $A$ ? А наблюдатель забудет, что видел вспышку света? Тогда чтобы увидеть будущее надо быстрее двигаться? То, что наблюдатель в  $A_1$  не всё время двигался вместе с системой  $S'$ , ничего не объясняет, так как в  $A'$  может находиться другой наблюдатель, который всё 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 отсчёта волнового пакета и импульсы и промежутки должны быть бесконечными (как тогда сопоставить импульс и промежуток, где он отсутствует?). По-сути это вопрос о том, материален ли свет и пространство между импульсами?

Сделаем теперь замечание относительно изменения направления видимого движения частиц или видимого направления получения волнового сигнала (вспомним, например, абберацию) при переходе в движущуюся систему отсчёта. 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 приёмником никак причинно не связан с движением приёмника или источника в этот момент времени. Взаимодействие регистрирующего прибора с фотоном происходит только непосредственно в момент приёма сигнала. Нет никакого различия, имел ли приёмник всё время некоторую скорость  $\mathbf{v}$  и оказался в данной точке пространства в момент приёма сигнала, или он “стоял” в данной точке пространства, а за мгновение до получения сигнала приобрёл ту же скорость  $\mathbf{v}$  (результат взаимодействия с фотоном будет в обоих случаях одинаков). Таким образом, для самого **факта** получения сигнала имеет значение только пришёл 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). Если бы зависел сам факт получения сигнала, то что бы тогда означала подстановка величин в формулу Доплера в одной из систем? Следовательно, никакого реального поворота всего фронта волны (выражающего факт прихода сигнала) быть не может. Это локальный (в данной точке) матема-

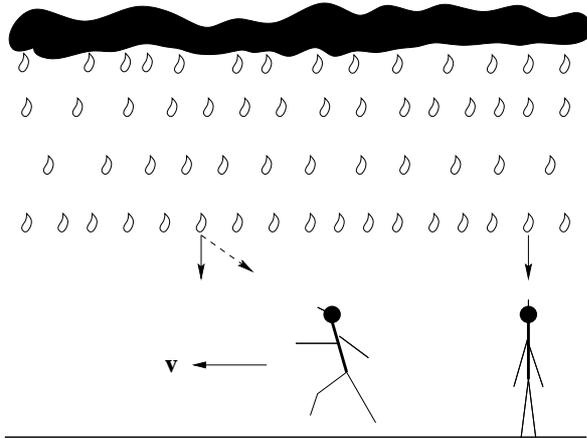


Рис. 1.30: Изменение направления воспринимаемого движения.

тический (дифференциальный) способ описания наблюдаемого направления получения сигнала. Понять это просто, если использовать аналогию с общеизвестными природными явлениями – дождём или снегом (Рис. 1.30) 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 прилёта 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. 1.30).

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

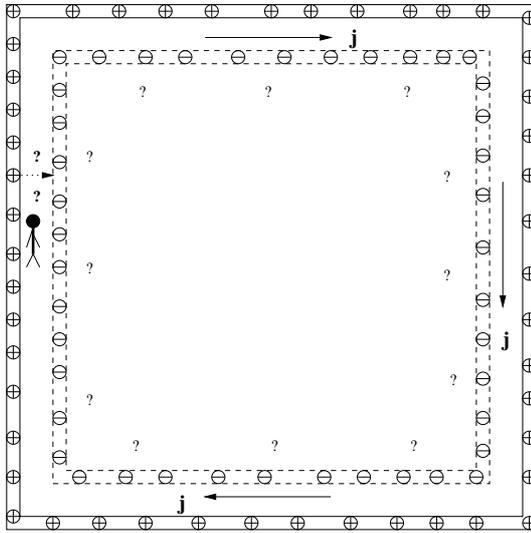


Рис. 1.31: Парадокс рамки с током.

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. 1.31). 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 счёт 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 неопределённостью 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, при аэродинамических исследованиях вместо скорости света можно было бы использовать во всех формулах (типа СТО) скорость звука в воздухе и рассматривать движения на Земле в покоем воздухе с дозвуковыми скоростями. Однако, противоречивость подобных преобразований “а ля СТО” (для времени) сразу была бы обнаружена на опыте. Это демонстрирует опасность формально-математических аналогий для физики.

Ошибочность релятивистской идеи о замедлении времени очевидна, ведь в формулу входит только квадрат относительной скорости (эффект не зависит от направления скорости). Возьмём 4 одинаковых объекта. Пусть второй объект движется относительно первого с некоторой скоростью  $v_{12}$ , тогда его время заторможено относительно времени первого объекта. Говорите, это объективный эффект (напомним значение слова “объективный”: эффект, не зависящий от присутствия и свойств наблюдателя, не взаимодействующего с исследуемым объектом)? Пусть третий объект движется относительно второго в произвольном направлении с произвольной скоростью  $v_{23}$ , тогда, аналогично, его время замедлено относительно времени второго объекта. Опять объективный эффект? Возьмём четвёртый объект и поместим его неподвижно рядом с первым объектом. Не будем даже спорить, с какой скоростью движется четвёртый объект относительно третьего, важно только, что в общем случае эта скорость ненулевая. А, значит, опять имеем “объективное релятивистское”

замедление времени четвёртого объекта относительно времени третьего объекта. Таким образом,  $dt_1 > dt_2 > dt_3 > dt_4$ . Но ведь  $dt_1 = dt_4$ , так как четвёртый и первый объекты взаимно покоятся! Подобный абсурд получился из-за фанатичной веры в единственность и непогрешимость метода попарной синхронизации Эйнштейна. Объективность уплывает из-под ног и остаётся либо релятивистский эффект кажимости, либо чисто расчётные комбинации (“плывущие часовые пояса”). Где уж тут до заявляемого величия? Далее, для движущихся систем почему-то якобы должно наблюдаться **сокращение самого пространства** – так называемый кинематический эффект. Как же это можно определить **скорость этого самого пустого пространства** относительно того или иного движущегося наблюдателя для вычисления такого сокращения? Запатентовано ли устройство определяющее скорость пустоты? Это должно быть гениальное изобретение! Оно должно, наверное, пользоваться повышенным спросом у ГАИшников – просто доильный аппарат будет!

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 твёрдых 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 [37] о том, что свет – более простое явление, чем линейка. Не стоит превозносить роль световых сигналов и всё, что нам “привидится” с помощью света,

считать верным, иначе пришлось бы чайную ложку в стакане с водой считать изломанной (то, что это не так, легко устанавливается геометрически в пространстве путём прямых измерений координат всех “точек выхода” ложки к границам жидкости). Классическое время (или время, детерминируемое бесконечно удалённым источником на серединном перпендикуляре к линии движения) обладает важным преимуществом: мы заранее знаем, что оно везде одинаково и не требуется делать никаких расчётов 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 (“сформулируем” очевидные “законы постоянства эталонов”: длина эталона 1 м постоянна и равна одному метру, длительность эталона 1 сек постоянна и равна одной секунде, а уж “Великим Законом Постоянства релятивистского эталона” все уши прожужжали). Поскольку введение эталона – это определение, то его свойства не подлежат обсуждению [19]. В результате всё, что связано с распространением света, перестаёт 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 “невакуумные” явления).

В книге Фейнмана [35] говорится с сарказмом о философах и зависимости результатов от системы отсчёта, но не подчёркивается, 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 разделённых объек-

тов становится неопределённым (зависит от пути соединения, не связано причинно, зависит от системы наблюдения и т.д.). Определение всех величин относительно “далёких звёзд” бессмысленно, так как мы видим “никогда не существовавшую реальность”. Например,  $\alpha$ -центавра была в этом месте и с такими свойствами 4 года назад, другие звёзды были такими десятки и сотни лет назад, а отдалённые галактики – миллиарды лет назад, т.е. сигнал был послан источником, когда наблюдатель ещё не существовал, а принят, когда, может быть, уже не существует сам этот источник. Тогда относительно чего определять величины? Ясно, что относительные величины могут определяться только по отношению к локальным характеристикам пространства (единственная мгновенная причинная связь).

Вообще, то, что делает СТО в кинематике называется “получение изображений с помощью вспышек света”. Известно, что изображения могут быть увеличенными, уменьшенными, мнимыми, искажёнными (в кривом зеркале), но ни в одном разделе физики, кроме СТО, на основе таких изображений не делается вывод об изменении свойств самих предметов, наоборот, ищется способ градуировки для извлечения **реальных** сведений. Все громкие “пространственно-временные” эффекты СТО и ОТО – фикция.

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.) всё равно не появится. Дей-

ствительно, 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  $\Delta t_j$ . 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 отсчёта (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 чётким. Время должно быть равномерным и независимым от любых наблюдаемых в системе явлений. Именно таким свойством обладает время, синхронизуемое бесконечно удалённым периодическим источником на серединном перпендикуляре. Если же ваше время оказалось зависящим от процесса, значит, всего-навсего вы выбрали не тот эталон. (Напротив, в СТО время не является независимой величиной: оно связано с состоянием движения системы  $\mathbf{v}$  и с координатами, например, соотношением  $c^2t^2 - r^2 = constant$ .) Для равномерного хода времени выбор начала отсчёта 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.

В своих агитациях за теорию относительности релятивисты совершают следующие **два преднамеренных подлога**. Во-первых, они умышленно пытаются создать иллюзию, будто время и часы – это одно и то же. Задолго до СТО-шных выдумок, когда выверенные часы из Европы попали на Экватор,

оказалось, что они стали сильно отставать, причём это были не мифические наносекунды, а величины, заметные практически за сутки. Слава Богу, что ни одному идиоту, если они тогда были, не пришло в голову, что время на Экваторе идёт “настолько существенно по-другому”. Естествоиспытатели сразу же определили конкретный физический механизм, влияющий на конкретное устройство часов. Точность часов, высокая или низкая, также не имеет никакого отношения к самому ходу времени! Во вторых, релятивисты умышленно пытаются создать мнение, будто синхронизация времени и обмен сигналами в процессе опыта – это одно и то же. Так, при введении григорианского календаря была произведена синхронизация времени. Но никто при этом не изобретал машину времени, не летал сообщать Александру Македонскому, в каком году до Рождества Христова он родился и т.д.. Просто, если некое “физическое понятие” претендует на “научность”, то для него всегда существуют математические формулы и методы пересчёта. И синхронизация может быть проведена либо до, либо во время, либо после опыта, либо, вообще, методом пересчёта. Так, для двух объектов между классическими и релятивистскими величинами существует взаимно однозначная математическая связь (возможен пересчёт). Этот факт заметил А. Пуанкаре и рассматривал новые концепции и преобразования всего лишь как одно из возможных соглашений, наравне с предыдущими (см. [24], работа “Последние мысли”, Глава II и Комментарии в конце книги – статью М.И. Панова, А.А. Тяпкина и А.С. Шибанова). Однако новые релятивистские концепции часто дают сбой при описании пространственных движений не вдоль одной прямой и при числе объектов большем двух.

Сделаем ещё 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: “стёрлась” ли уже предыстория образования этих систем

(её влияние)?

Совершенно неадекватны действительности евклидовы аналогии с проекциями в [33]. Проекция – это лишь абстрактный способ описания, сам же предмет при поворотах не изменяется. В СТО, напротив, при изменении движения наблюдателя мгновенно меняются характеристики объекта (удалённого!).

Вопреки искусственно поддерживаемому мнению, предельного перехода от релятивистской механики к классической механике не существует (для некоторых величин нет даже приближённого перехода!). Так, предельный переход от преобразований Лоренца к преобразованиям Галилея для времени  $t = t' + vx'/c^2$  показывает, что Ньютонская 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 ведь в классической физике  $c \neq \infty$ : её конечное значение было определено ещё в 17 веке! Кто-то подумает, что это незаметная поправка и будет совершенно не прав: например, с учётом движения Земли ошибка при исследовании Плутона может достигать  $30 \cdot 50 \cdot 150000000/300000^2 = 2,5$  сек; а на расстоянии парсека получится 10000 сек – совсем не нановеличины.

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 пространства 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 прин-

ципиальные 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 ещё детерминируется 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 [37]: термин общая теория относительности неадекватен).

Принцип относительности (в любой форме) предполагает, что “не выглядывающая” за пределы системы нельзя обнаружить её 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 (здесь имеется в виду только вычислительная возможность, так как с эфиром нельзя связать систему реперных точек и эталонов). Но даже с “отменной” эфира по современным представлениям остаётся “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 инерциальных 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, а на практике – это прерога-

тива опыта.

Сделаем ещё одно вспомогательное замечание (наблюдение). Сколько существует разных вариантов теории относительности? Если послушать или почитать, что пропагандируют защитники релятивизма, то можно сделать вывод, что имеется несколько совершенно различных несовместимых друг с другом теорий (что релятивисты предпочитают не замечать и не спорить друг с другом – тут у них круговая порука с “интересом”). Количество теорий зависит от следующих альтернативных выборов:

- скорость света не зависит только от скорости движения источника сигнала или же не зависит также и от скорости движения приёмника;
- масса зависит от скорости движения, или же “масса есть масса”, и она не зависит от скорости движения;
- релятивистские кинематические эффекты объективны и наблюдаемы или же не наблюдаемы;
- некоторые релятивисты категорически утверждают, что нельзя использовать СТО при наличии любой гравитации или любой неинерциальности, другие осознают, что без возможности приближённых расчётов любая теория мертва;
- скорость света постоянна или же зависит от гравитации (иногда времени);
- в ОТО принципиально нет законов сохранения, или же можно получить полевую версию;
- для определения изменения длин и хода времени надо использовать прямые преобразования Лоренца, или же для этих целей можно использовать обратные преобразования Лоренца, и т.д. и т.п..

Очевидно, что число вариантов теории относительности составляет  $2^N$ , где  $N$  – число различных альтернатив. Так за какой же из огромного множества  $2^N$  вариантов воюют релятивисты как за очередное “единственно верное учение”? Например, по последнему пункту (прямые или обратные преобразования Лоренца использовать, т.е. будет находиться наблюдатель в покоящейся или движущейся системе) в учебниках существуют все четыре

варианта, что названо О.Е. Акимовым “парадоксом штриха”. В этом примере релятивисты искренне не понимают элементарной разницы: для объективно существующего мира вовсе не одно и то же – “вы удлинились, или же ваш близнец укоротился”. Перифразируя известный анекдот про Наполеона и его длинного маршала – совсем не одно и то же “подняться Наполеону на цыпочки за книгой, или же укоротить маршала на целую голову за его неосторожное слово”. И вот в такое “прокрустово ложе”, лишаящее головы, теория относительности пытается уложить современную физику.

## 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 её 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 всё 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, п близнецов, парадокса антиподов, парадокса времени и др.. Далее была продемонстрирована возможность введения единого абсолютного времени независимого от скорости движения систем с помощью периодического бесконечно удалённого источника, расположенного перпендикулярно плоскости (линии) движения.

Затем на многочисленных примерах была показана противоречивость релятивистского понятия длины (движение креста, распиленной линейки, вращение круга, сокращение расстояний, ременная передача, неопределённость 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 обсуждён истинный смысл преобразований Лоренца и инвариантности интервала, подробно рассмотрено противоречие “относительности одновременности” полевому 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 [141,157]. Существует несколько хорошо продвинутых альтернативных теорий (например, [11,18,157]). 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 [3,17,39]. 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: чёрных дыр, Большого взрыва и т.д.)

### Общие замечания

Рассмотрим общие претензии к ОТО. Начнём с мифа “о необходимости ковариантности”. Однозначное решение любого дифференциального уравнения определяется кроме формы уравнения ещё 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 определённым образом поменять начальные и/или граничные условия.

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

Простота аксиом и минимальность их количества ещё 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 всё 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 чём смысл гравитационных волн, если понятие энергии и её 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 серьёзно сомневаться в ОТО (следуя принципу непрерывности и преемственности развития науки). ОТО же пока ещё ничем себя не зарекомендовала, кроме глобалистских претензий на принципиально экспериментально непроверяемую теорию эволюции Вселенной и нескольких весьма сомнительных подгонок под скудную экспериментальную базу. Ещё больше заставляет сомневаться в ОТО следующий факт: для одной и той же системы (причём 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” её 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. Перейдём 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 её проведения в бесконечность даже со скоростью света потребуется 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 отсчёта, вследствие сокращения длин, отношение длины окружности к её диаметру будет меньше  $\pi$ . 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

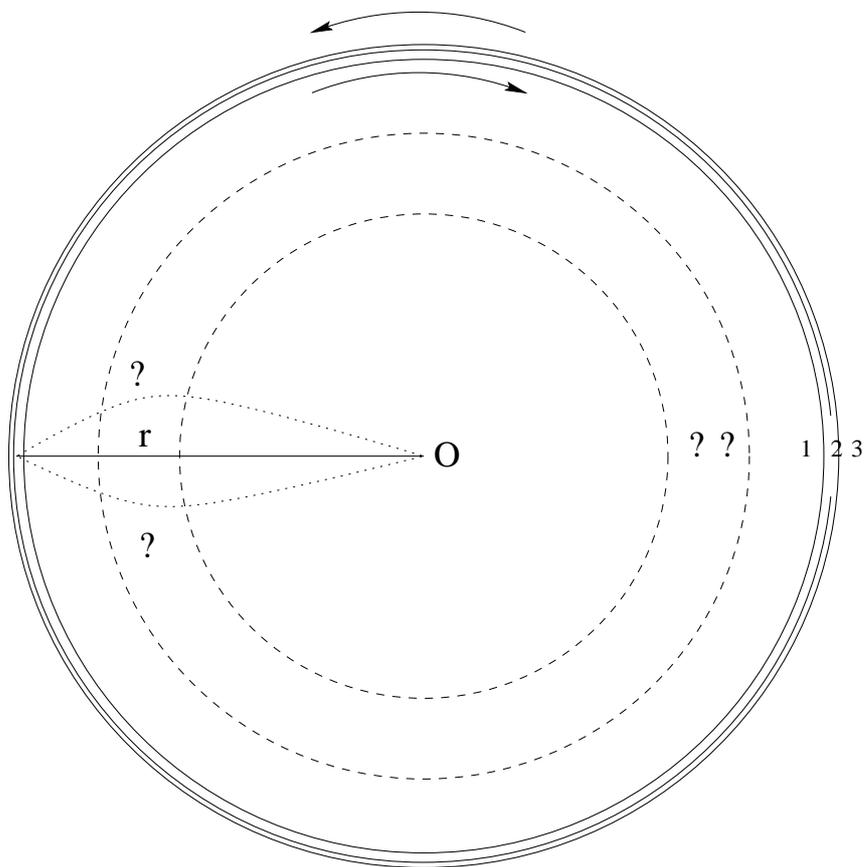


Рис. 2.1: Геометрия вращающейся окружности.

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 наблюдателя 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 неискривлённым, а 1-й и 3-й будут считать его “искривлённым” 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.

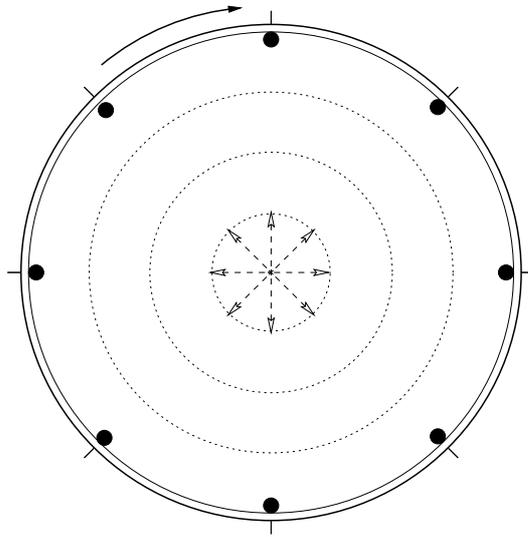


Рис. 2.2: Эквидистантные наблюдатели на окружности.

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 ещё 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  $\pi$ . Однако, для любого точеч-

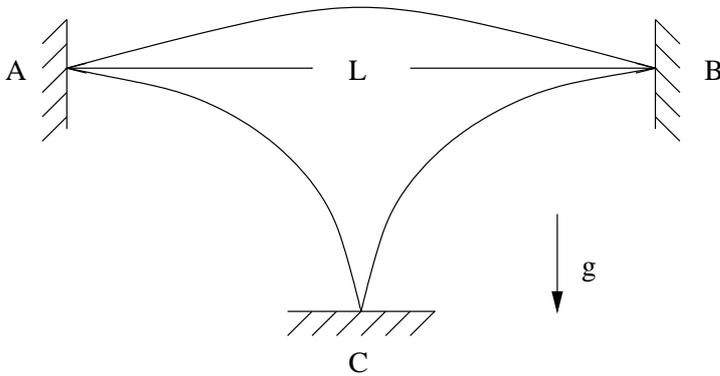


Рис. 2.3: “Геометрия треугольника”.

ного 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  $\alpha$  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  $\alpha$  и  $L$  остаются и для света. В подобных “правдоподобных” доказательствах о необходимости изменения геометрии не подчёркиваются 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 системе) равны соответствующим углам отражения и “геомет-

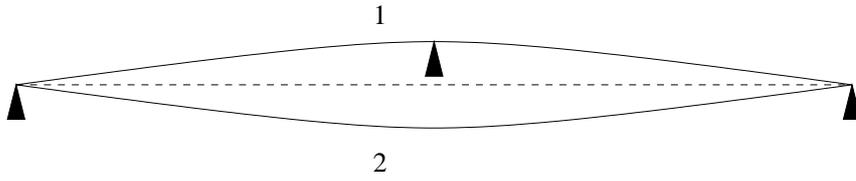


Рис. 2.4: Проведение прямой в поле тяжести.

рия углов” не меняется совершенно. Просто фигура получается незамкнутой за счёт 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”) остаётся 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 возьмём 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.

### Принцип эквивалентности

Перейдём 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 нём к одному центру. Если запустить два луча между двумя идеальными параллельными зеркалами пер-

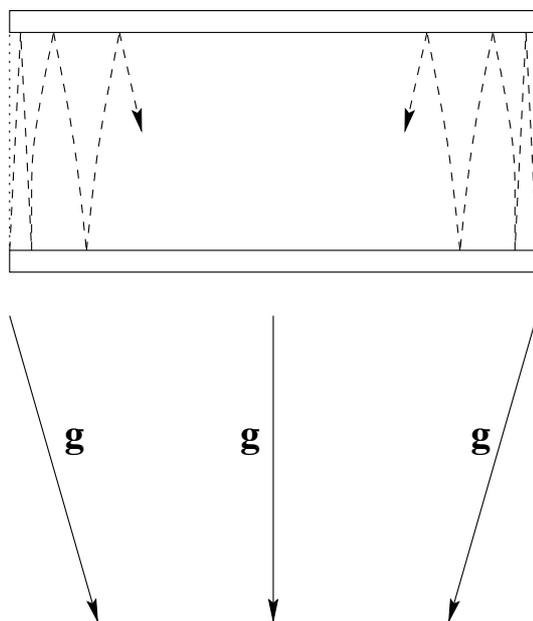


Рис. 2.5: Сближение параллельных лучей в гравитационном поле.

пендикулярно 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 вычислению 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 отсчёта 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 приближённый 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 создаёт 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  $\gamma$ . 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 искривлённого 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 (вернее, наиболее простой выбор величины  $\gamma$ ).

Когда говорят [37], что форма уравнений зависит от свойств пространства-времени, то в этом есть некоторая спекуляция. Создаётся 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 чём.

Использование неинерциальных систем в ОТО внутренне противоречиво. Действительно, во вращающейся системе достаточно удалённые 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 (например, Земли) 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 земной 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 отсчёта времени при обходе по замкнутому пути – это явное противоречие ОТО, так как при большой скорости синхронизации можно сделать много подобных обходов и получить произвольное старе-

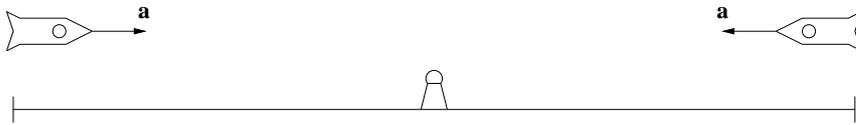


Рис. 2.6: Полёт близнецов с ускорением.

ние 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 толкование). 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 [51], 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 течёт в ускоренной системе так же как и в неускоренной. Да и кроме того, каждый из астронавтов (можно ещё и третьего посадить на маяке) могут посылать друг другу сигналы о каждом своем дне рождения. До встречи возле маяка их всех пересечёт одинаковое количество световых сфер (спрятаться сферам негде). Неуже-

ли, 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. Возьмём несколько человек в разных частях Земного 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 удалённого периодического источника, расположенного перпендикулярно движению тела [48]. Начнём 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 удалённый периодический источник  $N_j$ , посылающий информацию: свой порядковый номер  $N_j$ , количество прошедших секунд  $n_j$  (начало отсчёта времени не согласовано с другими источниками), то наблюдатели на стыках отрезков могут сопоставить начало отсчёта времени источника слева и источника справа. Передавая последовательно эту информацию от первого наблюдателя к последнему, можно установить единое начало отсчёта времени (само же время, как показано в Главе 1 имеет абсолютный смысл [48]).

Очевидно, что наблюдаемая скорость передачи сигналов синхронизации не сказывается на определении длительности времён: импульсы (например, световые сферы или частицы), отмечающие число прошедших секунд, будут эквидистантно запол-

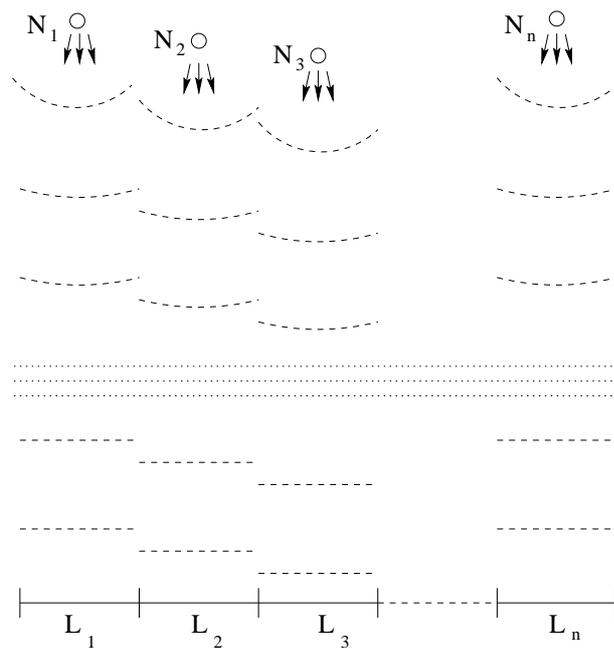


Рис. 2.7: Синхронизация времени на линии движения.

нять всё пространство, и сколько их испускает источник, столько же будет достигать конечного наблюдателя. (Мы не боги, чтобы вводить “начало времён”: время уже идёт своим чередом и идёт 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 отнесённых релятивистами в пользу ОТО. В опыте Хефеля-Киттинга две пары цезиевых часов путешествовали на самолётах 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 её отсутствие). В опыте Паунда и Ребки с помощью эффекта Мёссбауэра 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, влияющую 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 чём. 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 ещё одну неопределённость ОТО: даже в отсутствие среднего поля  $\mathbf{g}$  могут существовать неизмеримые быстрые флуктуации поля (со скоростью, превышающей инерциальность измерительных приборов). Такая неопределённость 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.

Вернёмся теперь к синхронизирующим сигналам (например, для одновременного измерения длин). Для прямолинейно движущейся ускоренной системы можно использовать сигналы от удалённого источника, находящегося перпендикулярно линии движения, а для участка окружности источник может находиться в её центре. Эти случаи фактически охватывают все неинерциальные движения без гравитации. (Кроме того, для произвольного плоского движения можно воспользоваться удалённым 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 (классического) 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  $\Delta t$  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 (проведённого 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 счёт 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 пришёл перпендикулярно движению и чтобы существовали такие  $R$  и  $l$  из (2.1), которые опровергают результаты ОТО. Нет совершенно никакой необходимости в “размазанной” системе отсчёта и произвольно идущих часах: любое изменение реальных длин должно объясняться реальными силами; всегда возможно ввести систе-

му взаимно неподвижных тел и единое время (хотя бы методом пересчёта). Таким образом, пространство и время должны быть Ньютоновыми, не зависящими от движения системы.

### Некоторые следствия ОТО

Перейдём 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 отсчёта.

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) [37]. 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 чём.

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 расчёте 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, основываясь на данных наблюдений, Лаплас и Пуанкаре [24,87] считали, что скорость передачи гравитационных взаимодействий на несколько порядков превышает скорость света.

Теперь по-поводу экспериментального обоснования ОТО. Обычно, даже если есть сотня разных данных, не всегда строится теория – данные проще свести в таблицу. В случае же с ОТО мы имеем “Великую теорию трёх с половиной наблюдений”, из которых три – фикция. По поводу отклонения света в гравитационном поле от прямолинейного движения надо сказать следующее. Во-первых, как отмечало большинство экспериментаторов, количественное подтверждение эффекта существенно зависит от веры конкретного экспериментатора. Подробнее о том, что же в действительности измерил лорд Эддингтон, можно прочитать в статье Г. Ивченкова <http://www.elibrary-antidogma.narod.ru/bibliography/eddington.htm> Во-вторых, уже из классической формулы  $\mathbf{ma} = \gamma m M \mathbf{r} / r^3$  следует, что любой объект, даже нулевой и отрицательной массы, будет падать в гравитационном поле. В-третьих, с чем, собственно, сравнивается эффект? С абсолютно пустым пространством? Ещё в 1962 году группа Королевских астрономов заявила, что отклонение луча света вблизи Солнца не может рассматриваться как подтверждение ОТО, так как у Солнца существует атмосфера, простирающаяся на огромное расстояние. Напомним, что явление рефракции учитывается для земной атмосферы астрономами уже очень давно. Ещё Ломоносов обнаружил отклонение луча света в атмосфере Венеры. Для пояснения, представьте себе стеклянную сферу. Естественно, что параллельные лучи (от далёких звёзд) будут отклоняться в ней к центру. Такая система всем знакома как оптическая линза. Подобная ситуация будет и для

газовой сферы (атмосферы Солнца). Для точного расчёта отклонения луча света в гравитационном поле нужно учесть наличие атмосферы Солнца и то, 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 (но в единственном экземпляре – не мало ли для “привлечения научной теории”?). Поэтому, было бы интересно наблюдать его вблизи твёрдых тел (например, для спутников вблизи планет), чтобы можно было однозначно оценить его величину. Дело в том, что Солнце не является твёрдым телом и 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 от Меркурия и других планет на характеристики орбиты Меркурия, чтобы можно было отделить чисто “гравитационный” эффект общей теории относительности (если этот “чистый” эффект вообще существует).

При расчёте в ОТО смещения перигелия (из строгого решения для единственной притягивающей точки) создаётся 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 учётом невидимой прецессии, то есть перенормирован. Поэтому в теорию Ньюто-

на 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.

Вообще говоря, ситуация с описанием смещения перигелия Меркурия типична для поведения релятивистов. Во-первых, объявляется, что эффект был предсказан, хотя Эйнштейн сравнивал его с известными результатами приближённых расчётов Лапласа, полученными задолго до ОТО. Надеюсь, каждый человек понимает огромную разницу между “предсказать” и “объяснить задним числом” (вспомним анекдот от Фейнмана). Во-вторых, прецессия была и в классической физике: по данным 19 века итоговая величина прецессии за счёт влияния некоторых других планет рассчитывалась как  $588''$ , а недостающая расчётная величина была всего около  $43''$ , то есть составляла малую поправку. (Заметим, что по некоторым данным 20 века указывается общая величина прецессии почти на порядок большая, но при этом сохраняется из ОТО величина в  $43''$  – “табу”; впрочем, это может быть и опечатка – не будем придираться по мелочам к  $1/3$  от “огромной экспериментальной базы ОТО”). В-третьих, точный расчёт в задаче многих тел даже современная математика пока выполнить не в состоянии. В классическом случае расчёт проводился как сумма независимых поправок от влияния отдельных планет (в попарном взаимодействии Солнце и планеты считались материальными точками). Естественно, в классическом случае итоговый результат (уже более 90 процентов от наблюдаемого!) может быть ещё улучшен при учёте несферичности Солнца (экспериментальный факт!), влияния всех планет (и малых тел) Солнечной системы и того факта, что Солнце – не твёрдый объект (материальная точка) и его локальная плотность в разных слоях просто обязана “отслеживать” влияние остальных движущихся планет (на этом пути притяжения более реальных конкретных физических механизмов вполне может получиться недостающий малый эффект). Но то, что деклариру-

ют релятивисты – уму непостижимая спекуляция! Они “находят” эффект (причём только этот малый процент), рассмотрев движения лишь двух материальных точек – Солнца и Меркурия. Простите, а как Ваша ОТО подкорректирует уже найденную из классики большую часть эффекта? Бойтесь считать? Тогда о каком “блестящем совпадении” вы твердите? Чистая подгонка под желаемое!

Да и работа основателя релятивистского “объяснения” смещения перигелия Меркурия [41, стр. 439-447] содержит элементарные математические ошибки. Так, классик не заметил, что применение известной из алгебры теоремы Виета о сумме корней алгебраического уравнения к выведенному (с махинациями) кубическому уравнению приводит к условию

$$\frac{1}{\alpha} = \alpha_1 + \alpha_2 + \frac{1}{\alpha}, \Rightarrow \alpha_1 + \alpha_2 = 0, \Rightarrow \phi = \pi,$$

то есть никакого смещения из “расчётов” Эйнштейна не следует. Более подробно разбор статьи Эйнштейна можно прочитать в [146].

Прообраз “чёрной 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 “чёрную дыру”. Проще вместо привлечения противоречивых свойств света рассмотреть “падение” элементарной частицы, например, электрона. Остаётся ли для него возможность упругого отражения, или такую возможность (для спасения ОТО) нужно постулативно запретить? Если такую возможность всё же не запрещать, то рассмотрим следующий процесс. Пусть электрон начинает падать с нулевой начальной скоростью из отдалённой точки  $A$  (например, с расстояния 100 а.е.) на очень массивное

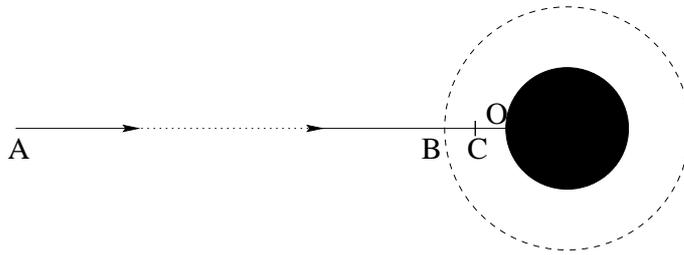


Рис. 2.8: Падение на “чёрную дыру”.

тело (Рис. 2.8), которое поглощает “последние избыточные ближайшие молекулы” и становится “чёрной дырой” за мгновение до того, как наш электрон пересечёт Шварцшильдову сферу (отмеченную на рисунке как  $B$ ). Расстояние  $|OB|$  для наглядности изображено сильно растянутым. Поскольку за мгновение до столкновения электрона с поверхностью “чёрной дыры”  $O$  этот “объект” был устойчив и ни скорость, ни ускорение этой поверхности не могут мгновенно стать очень большими (да и столкновение могло произойти с летящей навстречу тепловой частицей), то при упругом столкновении выбранный нами электрон полетит к точке  $A$  с той же скоростью, что он приобрёл до столкновения. Утверждается, что он не сможет преодолеть Шварцшильдову сферу  $B$ . Пусть он остановится в точке  $C$  (например, на расстоянии 10 км от центра “тела”). Если выполняется закон сохранения энергии, то так как в точках  $A$  и  $C$  скорость электрона равна нулю, то его потенциальная энергия в точке  $A$  тоже равна потенциальной энергии в точке  $C$ . Следовательно, между точками  $A$  и  $C$  нет гравитационного поля (силы притяжения), иначе потенциал должен был бы монотонно убывать. Однако рассмотрение ситуации чисто с позиций ОТО даёт ещё худший результат (см. ниже). “Чёрные дыры” в ОТО – полная мистика. Если взять длинный стержень, то при движении его масса увеличится, а размеры уменьшатся (согласно СТО). Что, образуется “чёрная дыра”? Все небо станет заполненным “чёрны-

ми дырами”, если быстро двигаться. А ведь этот процесс был бы необратим по ОТО. Например, для быстро движущегося света любой объект Вселенной – чёрная дыра (как же свет вообще ещё существует?).

Напомним некоторые общеизвестные решения: 1) Шварцшильдовское решение описывает статическое центрально-симметричное “поле” в пустоте (заметим, что температурные характеристики отсутствуют, то есть  $T = 0\text{К}$ ); 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 “чёрной 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 в физике все особенности в нуле искусственным прибавлением  $\alpha \exp(-\lambda r)/r$ , где  $\lambda$  - большая величина?)

Даже из ОТО следует ненаблюдаемость “чёрных дыр”: время образования “чёрной дыры” будет для нас, как отдалённых наблюдателей, бесконечным (даже если бы мы дождались “конца Света”, ни одной “чёрной дыры” не успело бы образоваться). А поскольку коллапс не может закончиться, не имеют смысла решения, рассматривающие, будто уже всё произошло. Разделённость 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 “чёрную дыру” уйдёт больше зарядов одного знака? Мистическое описание “метрических приливных сил” [39] при приближении к “чёрной 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 даёт несколько физически нереальных решений (те же операции, что и для Шварцшильдовской метрики не спасают положение). Таким образом, такой объект ОТО как “чёрные дыры” не может существовать и должен быть перенесен из сферы науки в область ненаучной фантастики. Вся Вселенная свидетельствует, что мир удивительно устойчив, часто динамически, но бесконечных коллапсов не бывает (скорее произойдёт взрыв). Всё это совершенно не отменяет возможность существования сверхмассивных (но динамически устойчивых) объектов, которые вполне могут проявляться рядом эффектов (например, аккрецией, излучением и др.). Для этого вовсе не нужны фантазии ОТО. Не нужно также искать пути искусственного спасения ОТО в виде “испарения чёрных дыр”, так как такой возможности строго в ОТО просто нет (скорость света непреодолима), а вот в классике, напротив, нет никаких проблем.

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 ещё 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 ещё знание конкретики: характеристик 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 расчёте смещения перигелия Меркурия). Напомним, что при финитном движении (например, периодическом) в связанной системе многих тел могут наблюдаться различные резонансные явления, выражающиеся в согласованных корректировках параметров орбит (особенно с учётом конечных размеров тел – несферичности их формы и/или распределения масс).

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 расшибёшься. 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 расчётный инструмент может когда-нибудь оказаться полезным). И двум путешественникам в притче из книги [33] (якобы демонстрирующим подход геометрии искривлённого 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 движущий-

ся 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 определённые значения для гравитационного ускорения тел. (Какое отношение к реальности имеют чисто математические неопределённости с условиями на бесконечности в физической модели?) Напомним также суть фотометрического парадокса: для бесконечно существующей (стационарной) бесконечной Вселенной без учёта поглощения и преобразования света яркость неба должна равняться средней яркости звёзд (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 её структуру в целом, 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 определённую глубину свет просто перестаёт проникать. Конечно, для разреженной Вселенной такая “глубина” огромна. Однако, светящиеся звёзды представляют собой довольно компактные, далеко отстоящие друг от друга объекты. В результате в интенсивность света ночного неба вносит вклад лишь конечное число звёзд (не говоря уже о том, что в теории надо учесть ещё и эффект Доплера, а ещё лучше – экспериментальный факт – красное смещение).

По поводу красного смещения в спектрах астрономических объектов ситуация не до конца определённая. Во Вселенной существует значительная доля объектов, у которых разные участки спектра имеют совершенно различное смещение. Вообще говоря, поскольку расстояние до отдалённых объектов прямо не определяется (вычисляемый результат завязан на определённые

гипотезы), то связывать его с красным смещением – тоже гипотеза (в которой неизвестно, что может быть проверено). Например, расширяющаяся Вселенная и без ОТО даёт 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 даёт 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 чёрных дырах (непреодолимостью предельной скорости света)? Ведь Вселенная должна была быть в нулевой момент чёрной 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 чёрной дыре мы экспериментально наблюдаем повсеместное расширение? Интересно, наверное, сочинять то, что нельзя проверить (только не стоит называть это наукой).

Перейдём 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 всё можно задавать, то почему произвольным образом не задавать первоначальное распределение и движение материи.

### Принцип Маха

Принцип Маха обусловленности инертной массы и абсолютности ускорения действием далёких звёзд также сомнителен, так как объясняет внутренние свойства одного тела через свойства других тел. Конечно, идея сама по себе красивая. Если считать, что всё 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 “дёрганье” 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 “далёких звёзд”, 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 находя-

щегося 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 звёзды разлетались со световой скоростью мы имели бы размеры Вселенной  $\sim 2 \cdot 10^{10}$  световых лет. Считаем среднее расстояние между ближайшими звёздами 1 световой год. Мы намеренно увеличиваем все величины, например, массу Вселенной и её плотность  $\rho \sim 10^{33}/10^{54} \sim 10^{-21}$  г/см<sup>3</sup>. Учтём 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 звёздами 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 неоднородностей 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  $\sim 8,3$  г/см<sup>3</sup> будет соответствовать цилиндрический столбик радиусом  $\sim 0,35$  см. В реальности мы должны учесть влияние звёзд в конусе, а не только в цилиндре. Хотя мы также имеем шаровой металлический конус, тем не менее оценим порядки величин. Разобьём конус на цилиндрические слои, возникающие по мере вовлечения новых слоёв звёзд (Рис. 2.9). Каждый новый слой будет больше предыдущего слоя на 6 звёзд. Расстояния от центра до ближайшей границы каждого слоя звёзд 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-

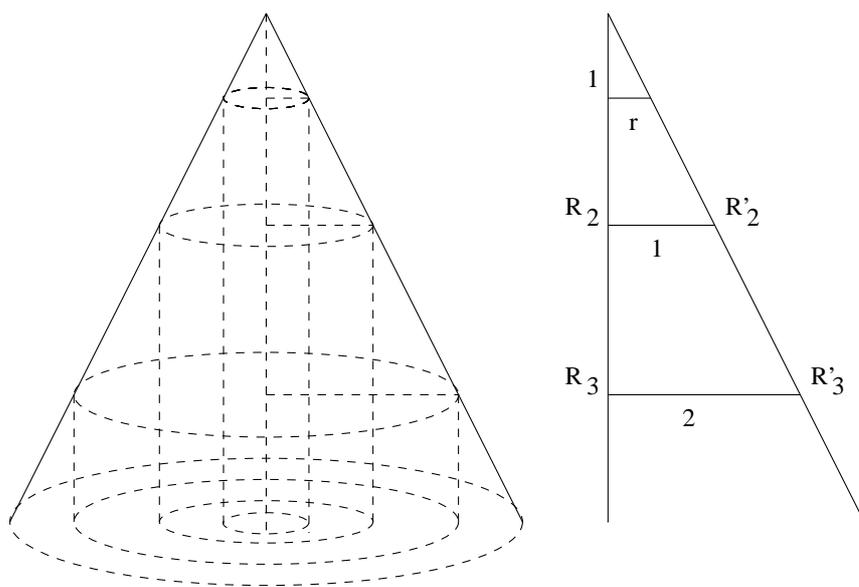


Рис. 2.9: Принцип Маха и влияние Вселенной.

се  $M_0$  (суммируем до  $2 \cdot 10^{10}$ ) найдётся 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 учёта действия “всей Вселенной”. Конечно, если Вселенная бесконечна, то полученный гармонический ряд разойдётся 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, определённым ещё 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 подчёркнуты как для методов, так и для многочисленных следствий ОТО. Подробно рассмотрены противоречивость понятия “чёрных дыр”, Шварцшильдовского решения и многих других решений и следствий ОТО. Также обсуждён 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 времён 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 дойдём и до критики).

Введение Главы 3 начнём 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, венский эксперимент Джуса и другие [7,61,83]). Заметим, что были попытки скорректировать СТО [79,97,116] и возродить Лоренцовскую теорию эфира [1,42,64,95,108,119].

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? Отметим, что никакая скорость в опыте Майкельсона не меряется вовсе, а измеряется разность фаз лучей (а о скорости мы можем судить лишь косвенно). 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 отсчёта 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  $\omega$ , 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 отсчёта не может быть твёрдо “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 В и С.

Что же в действительности могло быть определено в существующих экспериментах будет детально проанализировано в данной главе. В результате будет дана подробная критика релятивистской интерпретации ряда известных экспериментов и наблюдательных данных, неадекватно отнесённых в пользу СТО и ОТО (чтобы не раздражать релятивистов, мы не будем рассматривать те опыты, которые явно противоречили теории от-

носительности и обычно игнорируются апологетами ТО). Единственная казалась 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 распространён 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. Вообще говоря, прежде чем использовать “прибор”, его надо испытать и градуировать в лабораторных условиях, чтобы знать, что же он измеряет (а то получается как в анекдоте: -“Петька, прибор...”, -“Три!”, -“Чего три?”, -“А что “прибор”?”). Представьте себе, что у кого-то возникла бы “теория”, что из-за вращения Земли вокруг своей оси должен наблюдаться постоянный ветер вдоль параллелей порядка 400 м/с. Начали его измерять флюгерами с вертушками и выяснилось, что ветер постоянно меняется как по направлению, так и по величине в огромных пределах в зависимости от времени и места. Из этого сделали бы “вывод”, что на Земле вовсе нет атмосферы. Поскольку книга посвящена конкретно критике теории относительности, то, в первую очередь, мы будем затрагивать общепринятые современные представления теории относительности, хотя кратко коснёмся и некоторых эфирных концепций.

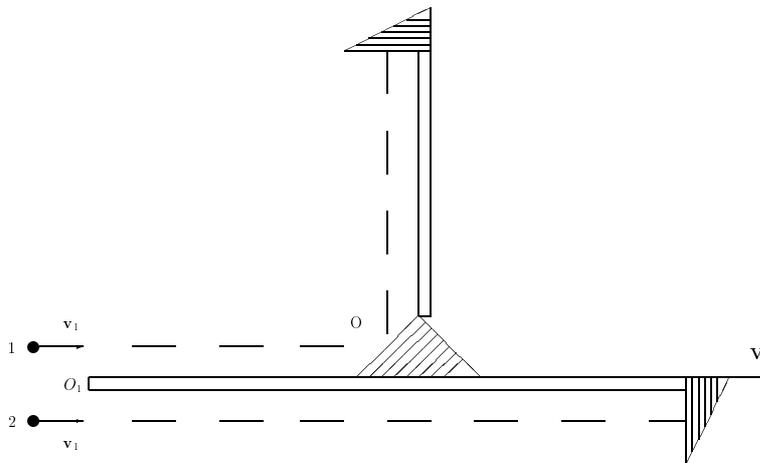


Рис. 3.1: Корпускулярная модель опыта Майкельсона.

### 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  $\mathbf{v}_1$  (относительно “мировой системы отсчёта”), попадают в данную установку, которая сама движется со скоростью  $\mathbf{V}$  (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  $O_1$ . Ни-

какой разности скоростей этих двух частиц для двух взаимно 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). Тогда очевидно, что скорость света не может складываться со скоростью движения источника (гул от сверхзвукового самолёта распространяется с постоянной скоростью, фиксируемой средой и, в результате, самолёт опережает звук). Также очевидно, что поскольку свет взаимодействует как с веществом (рассеивается или поглощается), так и с эфиром (распространяется в нём), то должно наблюдаться и взаимодействие эфира с веществом. А в релятивистской интерпретации опыта Майкельсона-Морли предполагалось невероятное: жёсткая “привязка” света к эфиру вместе с полным отсутствием взаимодействия эфира с телами (без увлечения Землей, установкой). Естественно, в случае частичного увлечения эфира (а для ряда локальных опытов в узком пограничном слое увлечение эфира может быть практически полным) теория усложняется. Однако это никак не опровергает гипотезу эфира (релятивисты же предлагают действовать как в анекдоте про пьяницу под фонарём: 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  $\omega$  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  $\omega$ , то совершенно безразлично, излучался ли он источником сразу с этой самой частотой или же излучался с частотой  $\omega_1$ , но вследствие движения источника частота изменилась  $\omega_1 \rightarrow \omega$  (эффект Доплера). В обоих случаях измеряемая величина  $c(\omega)$  будет одной и той же.

Вернёмся теперь к опытам Майкельсона-Морли и другим. Поскольку падающий свет, свет, прошедший тонкую пластину, и свет, отражённый 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  $c(\omega)$ : все другие зависимости могут войти только опосредствованно, через эффект Доплера.

Для методических целей рассмотрим некоторые правдоподобные ошибки из учебников. Когда с “классической точки зрения” исходят из гипотезы неподвижного неувлекаемого эфира, то для расчёта разности времен хода лучей в интерферометре обычно рисуют странную схему [35], 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,

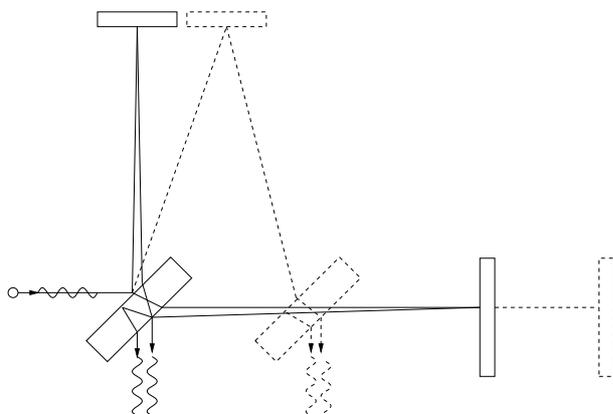


Рис. 3.2: Схема интерферометра.

движущийся вместе с интерферометром, то на самом деле надо анализировать опыт именно с точки зрения этого наблюдателя [50].

Синхронизация времени по методу Эйнштейна привносит 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 нечётный 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 противоречит принципу Галилея и с позиций пустого пространства подробно рассмотрен выше. Мы не будем обсуждать опыты, в которых сравнивалась интенсивность (это всё равно, что сравнивать сред-

ние температуры по двум больницам, включая морги), а сделаем некоторые замечания, касающиеся первоначальной идеи интерференционного 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 учётом возможных ошибок давал ненулевую скорость эфирного ветра [94,95]. Маринов [90,91], Сильвертус [115] нашли верную скорость относительно реликтового излучения. Только при экранировании металлическим кожухом результат оказывался близким к нулевому. Для объективности вспомним, что в настоящее время все приборы вакуумируют (делают локально закрытой системой). А, например, локальная скорость звука в салоне самолёта останется постоянной (не зависящей от наружного ветра) даже при сверхзвуковом движении самолёта. Эфирная точка зрения не противоречит полученным результатам: увлечение Френеля для металлических тел – полное (для металлов верна электродинамика Герца), а значит эфир покоится относительно прибора (локально) внутри металлического кожуха и искать эфирный ветер внутри – бессмысленно. Ещё один момент обычно замалчивается релятивистами. Вся совокупность опытных данных по оптике свидетельствует о верности принципа Гюйгенса: каждая точка, до которой дошла волна, является источником вторичных волн. 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 притяжения СТО? Начнём с некоторых вспомогательных замечаний. Мы не будем подробно касаться квантовой электродинамики, поскольку её предсказательная точность мало зависит от точности  $(\Delta c/c) \sim 10^{-8}$  (это при движении приёмника; 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 звёздной аберрации прекрасно объясняется классической физикой [23] 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 приёмником в инерциальных системах (для корпускулярной теории – это следствие инертности движения частиц света, а для волновой теории – это следствие принципа Гюйгенса).

Ещё раз напомним, что при “входе” в наш измерительный прибор свет имеет фиксированное направление и частоту (не важна предыстория процесса: движение источника, среды, приёмника), и именно с этим “конкретным светом” проводятся все измерения. Опыт Физо не является критическим, так как допускает запись для скорости света в среде

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

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

Притяжение 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 возбуждённым 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, проведённые на ускорителях, скорее свидетельствуют о влиянии ускорений и полей на конкретный процесс распада конкретных частиц (это тоже показатель двойных стандартов релятивистов: то они за малейшую неинерциальность готовы отсылать к ОТО, а то они “невинно” закрывают глаза на громадные ускорения на ускорителях и неприменимость самой инерциальной идеологии СТО к таким псевдообъяснениям, когда это направлено на защиту СТО). “Мюонное доказательство” вошло в учебники по СТО с середины 30-х годов. Через несколько лет было обнаружено, что, во-первых, мюоны образуются практически на любой высоте, и, во-вторых, с увеличением энергии их проникающая способность существенно возрастает. Тем не менее, релятивистское псевдодоказательство не было исключено из учебников, и им продолжают морочить головы студентам (к вопросу о научной этике).

### 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. Приведём кратко вывод из [29] 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  $\alpha$  - 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  $\alpha$ . 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 ещё 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-

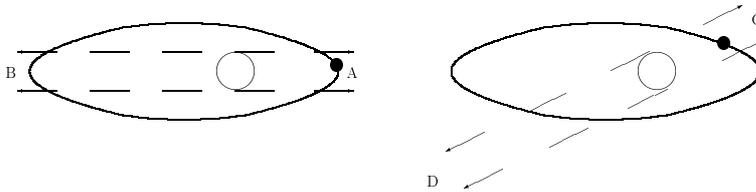


Рис. 3.3: Определение участка тени.

тацией, и точность определения “плеч” проекции орбиты и размеров обоих тел накладывает ограничения на (расчётную) 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 определённой частоты  $\omega_0$  излучает не объект, движущийся как целое со скоростью  $\mathbf{v}$ , а хаотически движущиеся с тепловыми скоростями частицы. Следовательно, определить задержку расчётного 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. Далее стоит упомянуть, что гипотеза Ритца для двойных систем предсказывает

кроме фазовой ещё и амплитудную модуляцию приходящего сигнала (в фиксированной точке пространства вследствие разной скорости распространения света происходят пульсации интенсивности из-за наложения света, испущенного в разные моменты времени). При этом чем больше расстояние до двойной системы, тем относительная интенсивность пульсаций увеличивается; также (до некоторых пределов) увеличивается и частота пульсаций. Некоторые авторы [29] рассматривают “существование” квазаров и пульсаров как доказательство гипотезы Ритца. Действительно, малость их периодов пульсаций (иногда менее секунды) говорит о компактности этих объектов, а мощность излучения (с учётом их удалённости) говорит об обратном. Либо надо основательнее проверять гипотезу Ритца, либо остаётся верить фантастическим (непроверяемым) современным версиям. Да и сложности обработки радарных наблюдений Венеры заставляют задуматься о возможности наличия у света инерциальных свойств. Однако, защита или развитие гипотезы Ритца не является целью настоящей книги. Подробнее ознакомиться с очень интересными идеями В. Ритца, в том числе с его баллистической гипотезой, можно на сайте <http://www.ritz-btr.narod.ru/>

### 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  $\Omega$  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 счёт разницы во времени прихода сигналов) оказалось равным:  $\Delta z = 8\Omega r^2 / (c\lambda)$ . Очевидно, что неинерциальный характер вращения системы с частотой  $\Omega$  не является здесь

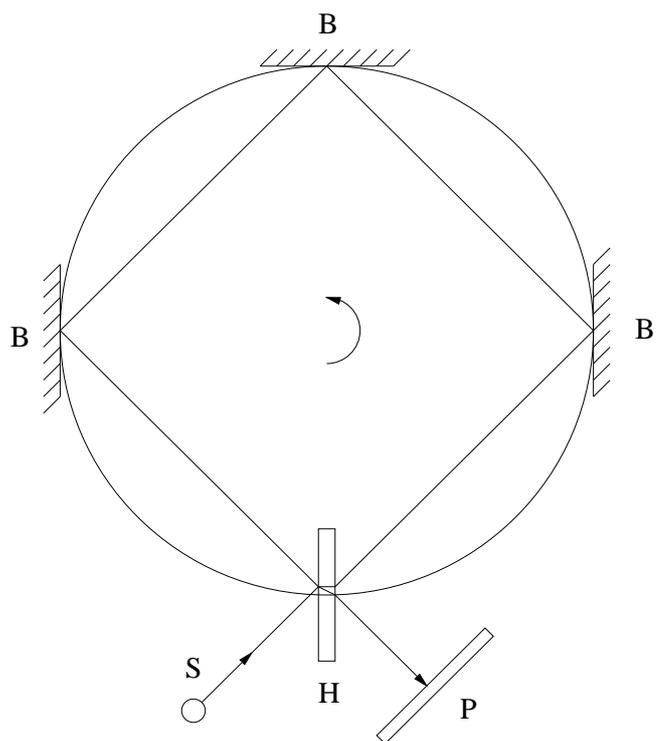


Рис. 3.4: Опыт Саньяка.

определяющим моментом: никто ещё не видел в вакууме искривлённого 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 наперёд заданной величины (например, существующей экспериментальной точности). Тогда никто не сможет отличить эту “почти инерциальную” систему от инерциальной. Если при этом увеличивать число равноудалённых 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  $\alpha$  - константа для выбранного света ( $\lambda$ ),  $L$  - 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 наперёд заданной величины. Таким образом, для величины смещения полос имеем:  $\Delta z \sim v/c$  (некоторые изменения  $\Omega$  приводят к соответствующим изменениям  $v$ , так как  $v = \Omega r$  - 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 про-

стой и наглядной модели все опыты или “удалиться со сцены”. Дальнейшее развитие физики ввело иную практику (вспомним дуализм света, квантовую механику [139] 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 безвихревого несжимаемого движения) совершенно ни при чём: 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 сейчас существуют довольно развитые концепции эфира (например, [1,8]) и хорошо развитый математический подход, использующий эфирные представления [142].

Перейдём 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 всерьёз (кроме релятивистов) не обсуждал. Даже если бы эфир увлекался полностью твёрдыми и жидкими телами, анализ был бы не прост: необходимо было бы разработать теорию переходного слоя между телами и теорию пограничного эфирного слоя для газов в зависимости от плотности газов (например, в опыте Майкельсона речь никак не могла бы идти о 30 км/сек – орбитальной скорости самой Земли). Однако, физика пошла иным путём и ещё Френель ввёл 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), но, вообще говоря, все подобные вопросы относятся уже не к теории аберрации, а к теории рефракции. 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 увлекаемого эфира (если нет металлической экранировки) всегда можно с практической точностью определить коэффициент увлечения Френеля, подтверждающийся для опытов и первого и второго порядка (правда, часто точность оказывается невелика и

на практике вводится больше одного “подгоночного” коэффициента). Опыт Роуланда 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 [38], 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  $\omega$ , 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 [48]. Общее замечание о металлической экранировке для эфир-

ной модели применимо и к этому опыту. Таким образом, даже к обнаружению движения Земли все перечисленные опыты не имеют отношения.

### **Опыт Айвса-Стилуэла и поперечный эффект Доплера для сферических волн**

Перейдём 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” всё 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 Доплера, 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 Доплера, а эффект Доплера для двух направлений, близких к  $0^\circ$  и  $180^\circ$ , 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 Доплеровским выражением, сколько особенностью реакций в пучках. Кроме упоминания других альтернативных опытных данных [22,120], дадим некоторую критику рассматриваемого эксперимента. Релятивисты описывают эксперимент так, будто поперечный эффект Доплера воспринимается от одной точки установки в определённый момент времени (момент пролёта серединного перпендикуляра). На самом деле воспринимаемый сигнал – это интегральная сумма от разных областей

излучения за разное время, да ещё и не перпендикулярных движению (куда, например, делась абберрация?), то есть изучаемый эффект представляет собой некоторое “сложное среднее” между двумя продольными эффектами Доплера.

Релятивисты для эффекта Доплера в СТО совершают очередной подлог: они рассматривают точечные световые вспышки (то есть **сферические волны!**), но результаты сравнивают с классическим эффектом Доплера для *плоскопараллельных волн*. Очевидно, что для плоскопараллельных волн никакого поперечного эффекта Доплера не существует (и не стоит релятивистам надувать здесь щёки). Но если кто-то не понимает разницы между сферическими и плоскопараллельными волнами, то, по-видимому, он не понимает ни физики, ни математики (например, на уровне 8 класса советской средней школы можно строго найти точное решение следующей задачи: колеблющийся вверх-вниз поплавок возбуждает круговые волны на воде; какое количество максимумов волн в единицу времени будет фиксировать наблюдатель, движущийся по некоторой линии над поверхностью воды?). Некоторые перипетии, связанные с историей открытия формулы Доплера для сферических волн (и классического поперечного эффекта Доплера) разными людьми и противодействия этому открытию изложены в учебнике [132] и на сайте <http://www.sceptic-ratio.narod.ru/>. В отличие от указанных источников мы исследуем не длину волны, а будем искать более привычную характеристику – изменение частоты при движении источника и/или приёмника.

Рассмотрим вначале сферические волны, возбуждаемые **движущимся точечным источником** в среде (например, это может быть звук или круги на воде). Пусть покоящийся приёмник сигналов находится в точке  $R$  (Рис. 3.5). Если бы источник всё время покоился в точке  $O$ , то направление распространения сигналов изобразилось бы линией  $OR$  (длину волны можно определить, разделив расстояние  $|OR|$  на число совершенных колебаний за время прохождения данного расстояния). Аналогичная ситуация была бы для источника, покоящегося в некоторой дру-

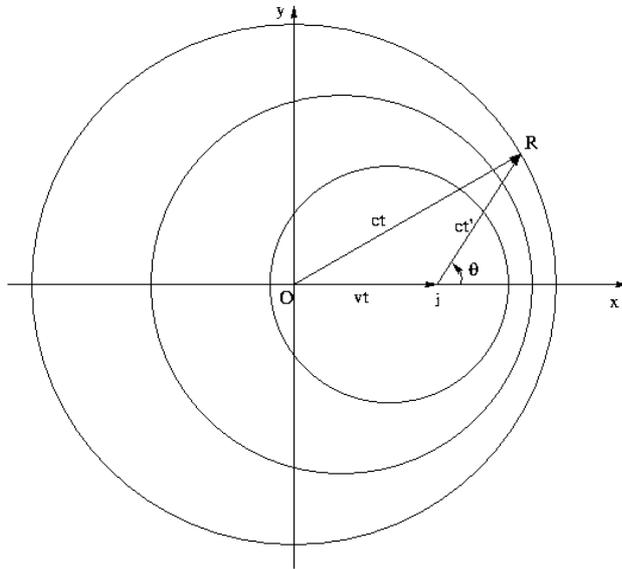


Рис. 3.5: Эффект Доплера при движении источника.

гой точке  $i$ . Пусть теперь источник движется прямолинейно с постоянной скоростью  $\mathbf{v}$ . Выберем условно в качестве исследуемого сигнала участок длиной равной длине волны и договоримся, что будем следить за точкой, соответствующей началу этого сигнала (для равномерного движения совершенно равнозначно можно было бы следить за движением середины или конца этого условно выделенного участка). В момент начала отправки сигнала источник находился в точке  $O$ , а в момент начала приёма этого же сигнала приёмником источник находится в точке  $j$ . Угол  $\theta$  как обычно в теории эффекта Доплера – “угол между скоростью и линией наблюдения, измеренный в системе приёмника”. Из взаимосвязи сторон треугольника (расстояний, или, длин волн – если длину каждой стороны разделить на число  $N$  совершенных за это время колебаний) легко определить изменение периода вос-

принимаемых колебаний  $T'$  по сравнению с периодом  $T$  колебаний покоящегося в точке  $O$  источника (где  $T = t/N$ ,  $T' = t'/N$ ).

Для этого воспользуемся теоремой косинусов:

$$(ct)^2 = (vt)^2 + (ct')^2 - 2(ct')(vt) \cos(\pi - \theta).$$

Решая это квадратное уравнение относительно  $t'$ , имеем

$$t' = t(\sqrt{1 - \beta^2 \sin^2 \theta} - \beta \cos \theta),$$

где, как обычно,  $\beta = v/c$ . В итоге для изменения частоты получаем следующее выражение:

$$\nu' = \frac{\nu}{\sqrt{1 - \beta^2 \sin^2 \theta} - \beta \cos \theta}.$$

Пусть теперь сферические волны возбуждаются в среде покоящимся источником  $j$ , а приёмник движется прямолинейно с постоянной скоростью  $\mathbf{v}$  и в момент начала приёма сигнала находится в точке  $R$  (Рис. 3.6). Аналогично, воспользовавшись для данного треугольника теоремой косинусов  $(ct')^2 = (vt')^2 + (ct)^2 - 2(ct)(vt') \cos(\pi - \theta)$  и разрешив квадратное уравнение относительно  $t'$ , найдём:

$$t' = t \frac{\sqrt{1 - \beta^2 \sin^2 \theta} + \beta \cos \theta}{1 - \beta^2}.$$

В итоге формула эффекта Доплера для сферических волн будет иметь вид:

$$\nu' = \nu(\sqrt{1 - \beta^2 \sin^2 \theta} - \beta \cos \theta).$$

Из самой процедуры получения формулы следует её верность при любых расстояниях. Фактически угол  $\theta$  и отслеживает автоматически расстояние между источником и приёмником, так как, в отличие от случая плоскопараллельных волн, этот угол меняется в процессе движения. В полученной формуле нас прежде всего интересует тот факт, что для сферических волн существует поперечный эффект Доплера (если подставить в формулы  $\theta = \pi/2$ ), полностью совпадающий с релятивистским выражением. При одновременном движении источника и приёмника

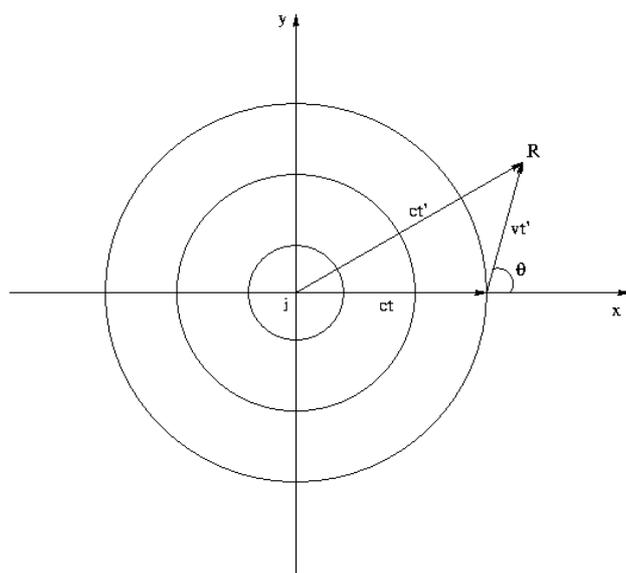


Рис. 3.6: Эффект Доплера при движении приёмника.

эффект Доплера для сферических волн имеет вид:

$$\nu' = \frac{\nu(\sqrt{1 - \beta_1^2} \sin^2 \theta_1 - \beta_1 \cos \theta_1)}{\sqrt{1 - \beta_2^2} \sin^2 \theta_2 - \beta_2 \cos \theta_2}.$$

Теперь вернёмся к “нашим релятивистам”. Последним из релятивистов, кто записывал одну релятивистскую формулу одновременно включающую и движение источника и движение приёмника, был Макс Лауэ. Потом, видать, релятивисты поняли противоречие одновременного учёта обоих движений самой идеологии релятивизма, но не договорились какую же из двух формул оставить (ведь у А. Эйнштейна их две!). В результате в литературе у разных авторов встречаются разные формулы. Кроме того непонятно, как одна релятивистская формула эффекта Доплера могла бы при предельном переходе одновременно дать **две** классические формулы эффекта Доплера (ведь, например, для звука обе они экспериментально проверены и дают разные наблюдаемые результаты)?

По-сути, мы получили поперечный эффект Доплера для сферических волн, который существует и для света и в акустике! В результате в опыте Айвса-Стилуэла для реального источника 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 для плоскопараллельных волн? 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 [60]. Таким образом, данный опыт тоже не может быть безоговорочно отнесён к опытам, подтверждающим релятивистское замедление времени в СТО.

Некоторые релятивисты [38,107] 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 экспе-

римента не являются доказательными. СТО “повисает в пустоте” даже с экспериментальной точки зрения.

### Дополнительные замечания

Начнём 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 количественных 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 ещё 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). Надо чётко отделять два вопроса: существует ли само явление и верна или нет некоторая теория, приписывающая единственной себе объяснение этого явления. По тем “причинам”, которые заявлены в СТО, никаких экстраординарных эффектов просто не может быть (совокупность положений и выводов СТО несовместна, то есть логически противоречива). 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 нём? 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 чём. Так 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 (с требуемой точностью этого никто ещё не сделал).

Ещё 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 определённой статистиче-

ской 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. [25]).

Заметим, что в космосе дисперсия света была обнаружена давно [5]. В работе [48] была предположена дисперсия  $c(\omega)$  в вакууме (эта гипотеза будет рассмотрена в Приложениях В и С). 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 ещё и колебательное движение, то в общем виде ничего определённого о суммарной скорости сказать нельзя (даже для нерелятивистских скоростей). Например, скорость удара молоточка о камертон никакого отношения не имеет к скорости распространяющихся волн. Ещё пример. Пусть длинный стержень движется по поверхности воды перпендикулярно своей длине со скоростью  $v_1$ , а точечный источник перед стержнем возбуждает волны. Тогда 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 самолёта в салоне самолёта с дырками будет зависеть от скорости установившегося потока воздуха внутри салона самолёта (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 эф-

фактивным 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 путём выделения неправильно угаданной или сдвинутой гармоники даёт 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 получаются весьма малые колебания величин (вспомним анализ, проведённый Миллером в своих опытах [95]).

Исследовать какое-нибудь явление с помощью тонкого эффекта Мёссбауэра 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. Хотя температурные изменения в большей или меньшей степени влияют на все без исключения физические явления, но время СТО совершенно ни при чём 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 вли-

яние температуры (вернее её изменений) на сдвиг частот (при чём 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. Действительно, пусть имеется система, состоящая из большого числа атомов, возбуждённых с помощью частоты  $\omega_1$ . Выберем индикатором хода времени в этом образце частоту  $\omega_1$ . 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 отсчёта, с которыми можно мысленно связать наш образец (именно такие глобализации используют СТО и ОТО).

Следующее методическое замечание касается часто совершаемого релятивистами подлога терминов (один из “методов” самоутверждения путём обмана). Так, члены, содержащие величину в знаменателе (например,  $v/c$  и др.) они стали называть “релятивистскими”, хотя в классическом случае подобные члены тоже часто проявляются и, как минимум, необходимо сравнивать аналитические выражения для аналогичных членов в классическом и релятивистском случаях. Подобная ситуация обмана имела место в случае радарных наблюдений Венеры, когда был распушен слух о якобы новом (!?) подтверждении СТО, хотя на деле использовались чисто классические формулы (см. [118]).

## Опыты ОТО

Хотя настоящая глава не посвящена общей теории относительности (ОТО), тем не менее (из-за заявляемого релятивистами един-

ства 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 даёт неадекватно малый результат (например, для смещения перигелия Меркурия).

Опыт Хефеля-Киттинга объявлен как подтверждающий ОТО. Однако этот вывод был получен на основе малой (опять урезанной) выборки. Другие исследователи, получившие доступ к тем же первичным данным сделали прямо противоположный вывод. При этом 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 даёт одну и ту же частоту на любой высоте (и какой-то из опытов нужно исключать из “копилки” теории относительности).

Некоторые релятивисты с пеной у рта доказывают, что GPS полностью подтверждает выводы ОТО (и СТО, для кучи). Какое отношение эти “теории” имеют к привычной всем триангуляции (определению сторон треугольников по подобию), которую изучали в 7-м классе обычной советской средней школы? (Да и к стабильности частоты и орбиты спутников эти псевдотеории тоже не имеют отношения.) Неплохо было бы теоретикам на время перестать твердить “что должно быть”, “вытащить вату из ушей” и послушать тех, кого они сами назвали скромным и незаметным словом “наблюдатель” [144], чтобы узнать, а “что же есть на самом деле”. Ведь именно эти “наблюдатели” участвовали в создании “преимущественной системы отсчёта” (WGS-84, ПЗ-90, ГЛОНАСС, NAVSTAR GPS), вопреки постулатам СТО вводили поправки на движение поверхности Земли относительно навигационных спутников и т.д. Неко-

гда практикам (геодезистам, инженерам, изобретателям, экспериментаторам) слушать “объяснения задним числом от теоретиков”, и приходится им действовать как в пословице “про лающую собаку и паровоз”. Так вот, генераторы спутниковых систем NAVSTAR GPS настраивают на Земле на частоту 10,22999999545 МГц, чтобы на орбите частота генератора повысилась до 10,23МГц в строгом соответствии с известным ещё до СТО эффектом Этвеша, т.е. многолетние навигационные эксперименты опровергают единичный опыт с “летающими самолётами”. Также можно почитать на англоязычных сайтах, например, <http://www.naturalphilosophy.org/site/cnps-memes/> то, что пишет Ron Hatch, автор более 30 патентов по GPS, который прямо утверждает, что GPS противоречит теории относительности.

Гравитационное смещение в [33] 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 (вспомним, что согласно ОТО гравитационное поле локально “выключено” в свободно падающем лифте). 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 приёмник сейчас каким угодно образом движется внутри лаборатории повлиять на полученный от  $\alpha$ -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 удалённый фотон), чтобы в момент приёма

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 чём, 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 приёма”), 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 идёт 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 твёрдых телах атомы тоже находятся в движении (даже при  $T \rightarrow 0$ ). Следовательно, вместо чёткого 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. Хорошо прятаться за резонансные эффекты (наличие линий излучения), а если мы рассмотрим переходы в непрерывный спектр? Откуда непрерывный спектр знает путь, пройденный фотоном? А если учесть, что не каждый фотон, “упавший” на атом, поглощается, а часть фотонов всегда пролетает то самое “посиневшее ме-

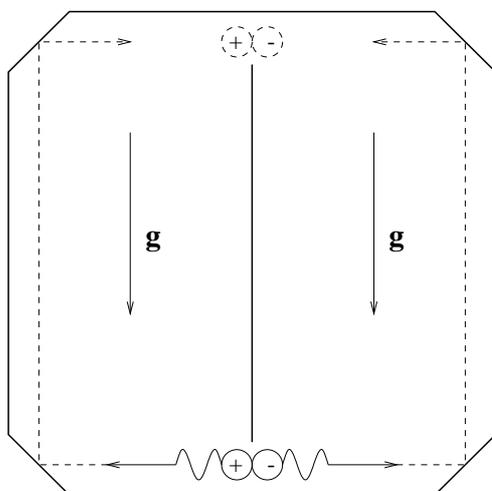


Рис. 3.7: Perpetuum mobile ОТО.

сто”, которое их ожидало? А если вообще нет среды? Например, пусть фотон покидает “чёрную дыру”. Летит он себе с неизменной энергией, а места, которые он пролетает по дороге, всё “синют и синют”. Прекрасная поэзия! В физике не может считаться объяснением и манипуляция с математическими 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  $g$  внизу проаннигилировали электрон и позитрон. Отразим два получившихся фотона вверх. Пусть вверху опять произойдёт рождение пары частиц. Если энергия фотонов не менялась при подъёме 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 ещё более вы-

раженным (и без использования вспомогательных отражений), если внизу использовать реакцию иного типа – когда излучается один гамма-квант, а сверху – соответствующую обратную реакцию.

Весьма странно выглядят некоторые заявления релятивистов о возможности и необходимости экспериментального определения “якобы существующего” искривления пространства (в нашей единственной Вселенной!): а относительно чего, собственно, измеряется такое искривление? Ведь эксперимент может зафиксировать только происходящие изменения с физическими величинами (метод сопоставления с эталонными значениями).

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.

### Ещё раз о скорости света

Для начала необходимо методически определиться, что же понимать под скоростью такого “объекта” как свет. Разумеется, методически предпочтительным является классическое определение скорости, как отношение пройденного пути к прошедшему промежутку времени  $\mathbf{V} = \Delta\mathbf{R}/\Delta t$ , так как это определение совершенно не искажает “объект” в процессе его движения. Но определение скорости света через произведение длины волны на частоту  $V = \lambda\nu$  сразу же вызывает несколько вопросов. Во-первых, мы непосредственно не видим сам процесс электромагнитных колебаний (в отличие от механических колебаний). Следовательно, мы заранее не можем быть абсолютно уверены в том, обладает ли сам “объект” волновыми свойствами, или же волновые свойства **лишь проявляются** (генерируются) в процессе его взаимодействия с измерительным прибором. Во-вторых, вычисленная вторым способом скорость – это скорость некоторого волнового процесса **внутри нашего измерительного прибора**. Следова-

тельно, необходимо ещё доказать, что скорость движения нашего “объекта” (света) вне прибора совпадает с этой скоростью внутри прибора (в другой среде!). Исчерпывающих доказательств, как нам видится, пока нет.

Понятие скорости в классической физике чётко определено (можно даже ГАИ вспомнить), и только для “таинственного агента 007 – света” имеется множество “паспортов” (согласно релятивистам): “великая” постоянная (которой даётся “релятивистская присяга”); координатная скорость (это когда релятивисты ну ни как не смогли спрятать необходимость кощунственного  $c \pm v$ ) – что с неё взять; фазовая скорость (по которой работают геодезисты [144], оптики рассчитывают микроскопы и телескопы, астрономы рассчитывают рефракцию и др.); групповая скорость (которую “с сожалением” ввёл Рэлей и которую практики почти не используют, но которую часто релятивисты объявляют “настоящей”, если, конечно, она “случайно” не оказывается отрицательной или же большей, чем назначенная ими константа). Сплошное “вокзальное шулерство с тремя стаканчиками”: угадал - не угадал.

Хотя вопрос о скорости света был изложен выше, сформулируем более чётко закон сложения скоростей для светового сигнала (для чисто корпускулярной и чисто волновой модели света) на примере одномерного движения. Ось направим от источника к приёмнику. Пусть на расстоянии  $L$  от приёмника источник испустил луч света, отличающийся некоторой частотной характеристикой  $\omega_0$ . Тогда, возможны две ситуации.

1) Независимо от природы света, при движении приёмника сигнала со скоростью  $v$  относительно источника света 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 приёмника фиксированных размеров) будет регистрировать приёмник, совершенно другой: эта величина может зависеть от природы света (волна? точечная

частица? частица с внутренними степенями свободы?), устройства приёмника, частоты  $\omega$  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 твёрдых 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 В и С, 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, возможного наличия эфира или внутренней структуры света (наличия дополнительных степеней свободы) все зависимости могут существенно усложниться. Таким образом, как определение закона сложения скоростей, так и самой скорости света (опять – не локальной, внутри приёмника, а в вакууме между источником и приёмником!) и закона Доплера в общем случае является прерогативой опыта.

Вообще говоря, скорость света не может быть постоянной хотя бы потому, что скорость – это векторная величина (имеет направление). Так, при отражениях от зеркал скорость меняется. Если же релятивисты пытаются постулировать сохранение модуля скорости света, то при отражениях получают бесконечные

ускорения. Чем же этот сингулярный результат лучше?

Отметим любопытные факты. Скорость света преднамеренно выбрана в СТО максимальной скоростью (непреодолимой границей). Релятивистский закон сложения скоростей устроен так, чтобы суммарная скорость всегда получалась не больше скорости света, т.е. на световой поезд невозможно было бы сесть. При этом если одну из скоростей мы выбираем равной  $c$ , то итоговая скорость тоже будет равна  $c$  независимо от направления второй скорости. То есть со светового поезда также невозможно было бы сойти. Однако если для мифического мира тахионов мы сразу выберем скорости, больше чем скорость света, то всё равно получим величину меньше скорости света. При этом точно такую же итоговую скорость можно получить ещё и при сложении двух скоростей, каждая из которых меньше скорости света [155]:

$$\frac{nc + nc}{1 + \frac{nc \cdot nc}{c^2}} = \frac{\frac{c}{n} + \frac{c}{n}}{1 + \left(\frac{c}{n}\right) \cdot \left(\frac{c}{n}\right) / c^2} = \frac{2nc}{1 + n^2} < c.$$

Например, релятивистское сложение двух движений со скоростями величиной  $2c$  даёт итоговую скорость  $4c/5$ , так же, как и сложение двух скоростей величиной  $c/2$ . Таким образом, возникает неоднозначность: наблюдаем ли мы некоторую частицу, образовавшуюся при досветовом распаде реальной частицы из нашего мира, или видим сверхсветовой распад мифических тахионов, которые вроде бы невозможно увидеть. Весьма странно также, что со сверхсветовой ракеты нельзя было бы запустить вперёд сверхсветовой зонд – он бы пробил корпус ракеты, полетев с досветовой скоростью назад относительно ракеты.

### 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 про-

белов СТО) проанализировать релятивистскую интерпретацию ряда экспериментов и показать её ошибочность (речь не идёт об ошибочности самих полученных в опытах данных: экспериментатор всегда прав!). В данной Главе 3 для пустого пространства (с учётом 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 аберрации, 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. Однако даже здесь ситуация далеко не такая уж безоблачная (хотя теоретики фанатично верят, что только “крючки”, которые они пишут, имеют самое непосредственное отношение к действительности): по “идеальным” теоретическим расчётам ни один ускоритель не выходит на проектную мощ-

ность – в практических курсах и инженерных расчётах в большинстве случаев пользуются феноменологическими формулами и “подгоночными” параметрами и факторами. 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, чётко 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 неопределённости теории (кстати тщательно маскируемые в СТО) позволяют в значительных пределах варьировать интерпретацию экспериментов. А далее неполнота экспериментов маскируется “нужным образом” проведённой 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 [40] 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 определению 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 всё происходило в иной (обратной) последовательности: вначале обнаруживалась некоторая реакция, которая детектировалась именно по выделению энергии. А далее можно вводить различными способами расчётные 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 расчётных данных, сведённых в таблицу *post factum*.

Сделаем предварительное ключевое замечание. С философской точки зрения очевидно, что теория относительности (с её абсолютизацией понятия относительности), даже если бы не была ложной, в принципе не могла бы быть более общей теорией,

чем классическая механика, в которой присутствуют явные примеры недостаточности одних относительных величин. И это не только пример закрытых и открытых систем (явления в трюме и на палубе корабля отличаются). Наличие, помимо кинематических, любых динамических характеристик, “принадлежащих” конкретному объекту, сразу индивидуализирует процесс. Рассмотрим элементарный школьный пример. Пусть шарик неупруго падает на Землю. Относительная скорость – одна и та же и для шарика и для Земли, так как “принадлежит” обоим объектам. Определим **кинетическую энергию**, перешедшую в тепло. Почему же мы подставляем в формулу массу шарика, а не массу планеты Земля? Только потому, что иначе с очевидностью получился бы неадекватно большой результат? На этом примере видно, что играют роль только локально абсолютные скорости (тогда оба ответа **строго дают одно и то же** и не зависят от нашего выбора). При использовании же относительной скорости можно получить лишь **приближённый** ответ, но только с помощью массы шарика.

## 4.2 Динамические понятия СТО

Итак, перейдём 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 всё 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.

Начнём 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 неопределённым, 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 звёздная абберация зависит от относительной скорости Земли и звезды ([41], т.1). Однако, опыт показывает только зависимость звёздной абберации от скорости Земли, а скорость звезды не влияет на данный эффект вовсе. Несмотря на громадный разброс скоростей звёзд, абберация на Земле фиксируется одинаковой для всех звёзд. 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

Перейдём теперь к более конкретным динамическим понятиям. Начнём 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.) Причём это должно быть именно измерение, а не пересчёт, 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 чёткое – 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, иногда и 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 чётко определён 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 научнообразное прикрытие сути величин за (часто корректными) математическими преобразованиями.

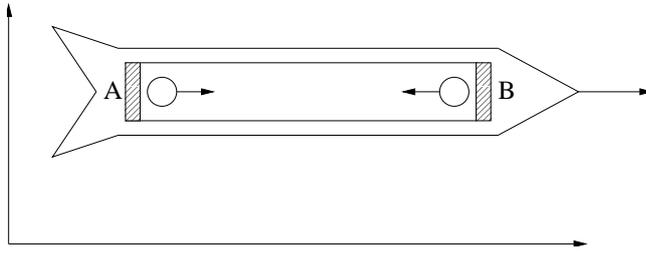


Рис. 4.1: Центр масс трубы с ядрами.

### Понятие центра масс

Даже такое простое понятие как “центр масс системы” в СТО становится неоднозначным при взаимном движении составных частей системы. Так в [33] рассматривается “парадокс центра масс”: в системе отсчёта ракеты одновременно с двух концов внутри 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 отсчёта всегда будет совпадать с центром трубы. Он может быть определён разными способами, а именно: взвешиванием и прямым расчётом (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 [33] 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 [33] 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 лабораторной 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 придётся 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. Какие-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 отсчёта ракеты. Тогда в лабораторной системе одно из ядер (теперь с большей “релятивистской” массой) выбьет заглушку. Так жив наблюдатель сзади этой заглушки или мёртв? Или опять для спасения СТО нужно постулировать, что предел удержания заглушки в СТО не является объективной характеристикой (зависит от системы отсчёта)? 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 системе одно из ядер (с большей “релятивистской” массой) провалится. Опять постулируем для спасения СТО изменение порога

прочности? Заметьте, что придётся 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 всё было элементарно? А ведь от понятия центра масс СТО отказаться не может – на нём основан Эйнштейновский вывод эквивалентности  $E = m_0c^2$  для “массы покоя”.

### Силы в СТО

СТО не даёт ничего полезного в кинематике и для динамических понятий. Получается, что всё это огромное число дополнительных сложностей возникает только из-за того, что электромагнитная сила Лоренца “сложно” зависит от скорости (или от ускорения, если пытаться её действие свести к классическому второму закону Ньютона)?! Сделаем небольшое лирическое отступление. От каких величин могут зависеть силы (и в чём, с общих позиций, отличие подходов Аристотеля и Ньютона)? Взаимодействие тел приводит к изменениям в состоянии тел. Необходимо выбрать индикатор этого изменения. Аристотель считал основным состоянием покой и в качестве индикатора выбрал наблюдать за скоростью движения тела  $\mathbf{v} = \mathbf{f}(t, \mathbf{r})$  (величину  $\mathbf{f}(t, \mathbf{r})$  Аристотель связал с силой, вызывающей движение). Если довольствоваться созерцанием, то выбора  $\mathbf{v} = \mathbf{f}(t, \mathbf{r})$  вполне достаточно. Однако, если пытаться создавать динамику движения, то после мысленных опытов Галилея стало ясно, что Аристотелево понятие силы не отвечает действительности. Хотя, уж если быть совсем точным, этот вывод привязан к вере релятивистов первой волны – последователей Галилея в наличие пустого пространства (сам Галилей рассматривал только изолированные идентичные системы и не распространял свой принцип, в отличие от его “псевдопоследователей”, на взаимопроникающие системы отсчёта). При наличии эфира Аристотелев покой локально привязан к

эфиру, который в целом вовсе не обязан быть “равномерно неподвижным”, но может находиться в сложных вихревых движениях. Например, существует теория вихревой динамики Солнечной системы и сила требуется только для поддержания движения, отличного от равновесного. Однако в планы настоящей книги не входит анализ вихревой динамики, поэтому мы будем пользоваться общепринятыми на данном этапе положениями. Ньютонов выбор способа описания взаимодействия тел другой – в качестве индикатора изменения состояния тела берётся его ускорение. По-сути, второй закон Ньютона представляет собой определение понятия “сила” и с точки зрения функциональной зависимости сила и ускорение совпадают с точностью до размерного коэффициента (массы). В идеале, этот способ описания движения (в привычном нам виде) записывается как  $m\mathbf{a} = \mathbf{F}(t, \mathbf{r}, \mathbf{v})$ . Однако, проблема нахождения явного выражения таких “идеальных” сил  $\mathbf{F}$  для случая произвольного расположения и движения источника сил и среды, например, исходя из знания статических выражений для сил, не решена до сих пор. Природа не всегда с лёгкостью раскрывает нам свои секреты: вместо идеального выражения силы приходится пользоваться тем, что находим  $\mathbf{F}(t, \mathbf{r}, \mathbf{v}) = \mathbf{F}_1(t, \mathbf{r}, \mathbf{v}, \dots)$ . Поэтому, 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 обобщённой 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). Нам здесь важно то, что релятивистское уравнение движения с силой Лоренца  $\mathbf{F}(t, \mathbf{r}, \dot{\mathbf{r}})$  может быть записано как классический второй закон Ньютона с силой  $\mathbf{F}(t, \mathbf{r}, \dot{\mathbf{r}}, \ddot{\mathbf{r}})$ .

Впрочем, если верить в релятивистское выражение для силы, то в качестве альтернативы можно вводить преобразования для продольной и перпендикулярной к скорости тела компонент силы (но уж никак не стоит вводить мифические продольную и поперечную массы), или можно сразу записать классический второй закон Ньютона  $\mathbf{F} = m\mathbf{a}$  и связь новой силы  $\mathbf{F}$  со статическим выражением силы  $\mathbf{F}_0$ :

$$\mathbf{F} = \sqrt{1 - v^2/c^2}[\mathbf{F}_0 - \mathbf{v}(\mathbf{v}\mathbf{F}_0)/c^2].$$

Не стоит также преувеличивать возможности методов получения выражений 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 отсчёта к другой. Например, рассмотрим два одинаковых по модулю заряда  $+e$  и  $-e$ , находящихся на расстоянии  $\mathbf{r}$  друг от друга (Рис. 4.2). В системе отсчёта, связанной с покоящимися зарядами, между ними действует электрическая сила  $F = e^2/r^2$ . Посмотрим теперь на те же заряды из системы, двигающейся со скоростью  $\mathbf{v}'$  перпендикулярно линии, соединяющей заряды. В этой системе заряды летят параллельно друг другу. Согласно СТО [17,32] 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? Ещё 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 существенно меняется).

Совершенно необоснованным является мнение Эйнштейна о том, что незаряженные тела должны под действием сил вести

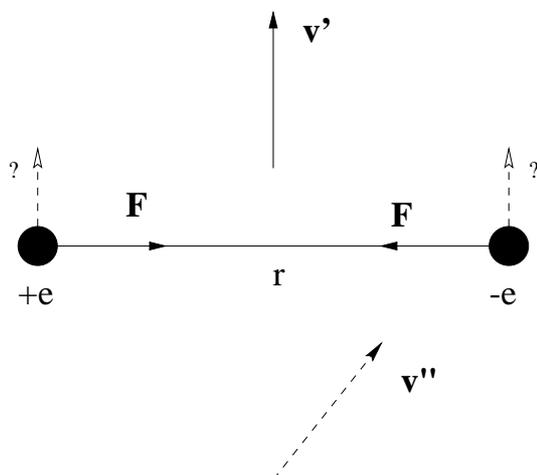


Рис. 4.2: Параллельно летящие заряды.

себя так же, как и заряженные: якобы все силы должны преобразовываться одинаковым образом. Ещё А. 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 подтверждённая 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 перехо-

де 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” её приложения, а движение каких-то посторонних глаз здесь совершенно не при чём (то есть сила может определяться только свойствами источника, объекта и их взаимным движением).

### Энергия и импульс в СТО

Начнём 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 всё 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 присоединённой (“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 посто-

янной массой  $m_0$ .

Вопреки утверждениям СТО о важности и необходимости введения 4-векторов, даже для трёх 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 [26]  $\mathbf{P} = m(d\mathbf{r}/d\tau)$ , так как  $d\mathbf{r}$  относится к неподвижной системе отсчёта, а  $d\tau$  (собственное время) относится к движущейся системе (телу).

Предельный переход к малым скоростям для многих величин порождает ряд вопросов. Согласно принципу соответствия все формулы должны переходить к Ньютонovu 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 четырёх 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 (современной, общепринятой их формы). Напомним, что они получены феноменологическим обобщением опытных фактов при малых скоростях (взята аналогия с гидродинамикой). Следовательно не стоит ожидать, что они угаданы 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 Фурьегармоники. Поскольку современные апологеты релятивизма отказываются от наглядности и принципиальной необходимости моделей среды распространения света, то неоднозначным становится путь обобщения уравнений Максвелла даже для “абсолютной пустоты” в случае некогерентного света, не говоря уже о переходе к реальным нелинейным средам (включая свойства “межмолекулярной пустоты”, механизмы поглощения и переизлучения света молекулами и т.д.): без физических принципов, чисто из математических соображений таких обобщений можно ввести сколько угодно и все они будут равноправны. Требование инвариантности уравнений Максвелла 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 [81] показано, что существуют нелокальные преобразования полей, сохраняющие уравнения Максвелла с неизменным временем. В [14] показано, что можно ввести нелинейные и нелокальные преобразования, чтобы при определённых трансформациях полей уравнения поля были инвариантны относительно преобразований Галилея.

Продемонстрируем методическое противоречие общеприня-

тых 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 даёт 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 трёхмерной ситуации с ненейтральными токами (например, с пучками заряженных частиц).

Разберём теперь “принципиальный” вопрос об инвариантности уравнений Максвелла, широко разрекламированный в СТО. В учебнике [32] к системе фундаментальных уравнений электродинамики относятся следующие четыре уравнения в дифференциальной форме:

$$\text{rot}\mathbf{H} = \frac{4\pi}{c}\mathbf{j} + \frac{1}{c}\frac{\partial\mathbf{D}}{\partial t},$$

$$\begin{aligned}\operatorname{rot}\mathbf{E} &= -\frac{1}{c}\frac{\partial\mathbf{B}}{\partial t}, \\ \operatorname{div}\mathbf{D} &= 4\pi\rho, \\ \operatorname{div}\mathbf{B} &= 0.\end{aligned}$$

Однако эта система восьми уравнений в координатной форме очевидно недостаточна для определения 16-ти величин (с учётом всех компонент)  $\mathbf{E}$ ,  $\mathbf{D}$ ,  $\mathbf{V}$ ,  $\mathbf{H}$ ,  $\mathbf{j}$  и  $\rho$ . Необходимо, также ввести в уравнения характеристики среды. С учётом существования нелинейных, неоднородных, неизотропных сред сделать это в общем виде не представляется возможным. Только в определённых пределах можно ввести частные модельные представления о линейных зависимостях:

$$\begin{aligned}\mathbf{D} &= \varepsilon\mathbf{E}, \\ \mathbf{V} &= \mu\mathbf{H}, \\ \mathbf{j} &= \lambda\mathbf{E}\end{aligned}$$

и добавить ещё 9 уравнений с тремя новыми неизвестными функциями  $\varepsilon$ ,  $\mu$ ,  $\lambda$  (или постоянными – для модельных задач), характеризующими среду. О единой инвариантности последних трёх уравнений не может идти и речи. Напомним, например, о существовании ферромагнетиков и сегнетоэлектриков, для которых наблюдаются явления гистерезиса, то есть ход процесса зависит от его предыстории. В последних случаях поведение вообще не описывается дифференциальными уравнениями. Можно ли “раздуть мыльный пузырь СТО” только на инвариантности части из полной системы уравнений? Очевидно, нет! Так можно было бы из любого уравнения выделить произвольные кусочки и спекулировать на инвариантности этих слагаемых. Кроме того, преобразования Лоренца (гиперболический поворот) меняют соотношения между углами, следовательно, изменение формы сложных границ должно быть учтено при переходе между движущимися системами отсчёта. Таким образом, полная система уравнений Максвелла в произвольных средах не может быть инвариантной относительно какого-то единого физического преобразования.

Первые четыре уравнения могут представлять самостоятельный интерес только при рассмотрении полей в пустоте. Однако инвариантность уравнений Максвелла в пустоте 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 её вдвое – получим такой же отрезок. Поэтому в пустом математическом пространстве можно пользоваться любыми системами отсчёта, 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 умрёт. Наличие в пространстве реальных физических тел и полей задаёт естественные реперные точки, характерные масштабы и взаимосвязи между объектами. Всё 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 газах, жидкостях и твёрдых телах. Не ясно, как в изотропном пространстве могла бы возникнуть анизотропия реальных твёрдых тел. Все эти и многие другие свойства выходят за пределы применимости уравнений Максвелла в пустоте (СТО же предлагает клонирование свойств пустоты на все свойства материальных тел и сред). Следовательно, подгонять свойства всего мира под инвариантность уравнений Максвелла в пустоте – 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  $\rho, \epsilon, \mu$  (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).

Важное замечание. Сами по себе уравнения Максвелла могут приобрести физический смысл только после того, как будет указан физический способ измерения введённых характеристик полей. На сегодняшний день таким “закрывающим уравнением” является уравнение движения заряженных частиц под действием силы Лоренца. Напомним, что в разные периоды времени в качестве электромагнитной силы сила Лоренца была не единственной. Среди наиболее известных выражений были: сила Ампера, сила Вебера и многие другие. Если бы современная электродинамика имела самосогласованный характер, то, поскольку поля проявляются по их силовому воздействию, выражение для электромагнитной силы должно было бы выводиться из уравнений Максвелла, а не вводиться искусственно. Такое выражение было получено в [149] и оно отличается от выражения силы Лоренца. Можно ли считать выражение для силы Лоренца принципиально строгим и непротиворечивым в качестве электромагнитной силы? По-видимому, нет! Хотя достижения современной электродинамики общеизвестны, надо отметить и некоторые спорные моменты [140]. Во-первых, даже в современной электродинамике дополнительно вводится торможение излучением, которое, однако, приводит к бессмысленному самопроизвольному ускорению зарядов (ограничиваемому лишь постулативно путём наложения условий на величины полей). Во-вторых, само возникновение квантовой механики [139] говорит о том, что сила Лоренца не описывает адекватно поведение зарядов на атомных масштабах. В-третьих, для известного явления дрейфа частиц несколько странно, что его скорость

$$\mathbf{v} = c \frac{[\mathbf{E} \times \mathbf{H}]}{H^2}$$

оказывается не зависящей от величин заряда, массы, и самих ве-

личин полей, а зависящей только от отношения величин полей  $E/H$ . Таким образом, система дифференциальных уравнений современной электродинамики и её представлений не может рассматриваться как принципиально строгая и полностью самосогласованная, способная налагать ограничения на другие разделы физики.

### Дополнительные замечания

В классической физике все понятия имеют чётко определённый 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 отсчёта. 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 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 (Вот, оказывается, почему термояд стал неподъёмной “чёрной дырой” – разлетались тут всякие!).

Релятивистская связь массы и энергии на самом деле ниче-

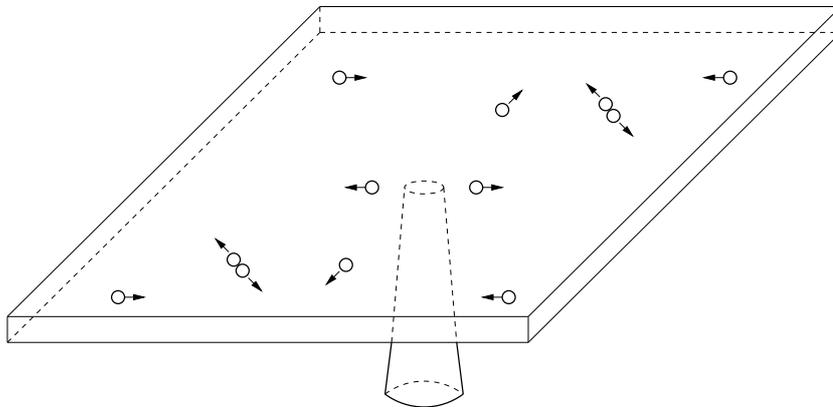


Рис. 4.3: Центр инерции системы и равновесие.

го 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 расчётными 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 (неэкви-

валентными, 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 идёт просто о взаимных превращениях частиц. Не говоря уже о том, что “энергия покоя” – это только гипотеза СТО, так как теория приводит всё к той же неопределённой 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, двигающихся 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 твёрдого тела. Однако, в классической физике никто не вкладывает буквального смысла в абстракцию абсолютно твёрдого тела. Всем очевидно, что абсолютно твёрдых 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 твёрдого тела. СТО пытается принципиально считать элементарные частицы точечными [17] и сразу же сталкивается с другой принципиальной проблемой – сингулярностью ряда величин.

Перейдём 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. В научной теории 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 со статическими силами для описания реального движения частиц. Это две никак не связанные теории. Классическая механика – это модельная теория; она предполагает: тела абсолютно твёрдыми; столкновения двух материальных точек (фактически, двух абсолютно твёрдых 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 учёте конечности скорости передачи взаимодействий.

Естественно, что учёт конечности времени передачи и распространения взаимодействий приводит к изменению реально наблюдаемого движения частиц. Появляется дополнительная зависимость величин от скорости, например, для эффективной массы (точнее для эффективной силы). 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 (правильнее сказать, эффективная сила стремится к нулю).

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 [14,15,81]. 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.

Перейдём 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, введённые 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 [33]:

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

Даже для такой “демонстрационной” реакции (где, казалось бы, все величины должны быть измерены и все балансы должны сходиться) 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 (a priori) ещё 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 ещё не разделены по месту и времени образования);
- 4) нет также допусков на углы разлёта 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 разлёта частиц, представляет собой ускоренное движение заряженных частиц. Следовательно, согласно современным представлениям всегда должно наблюдаться некоторое излучение. Однако, кроме случаев непосредственной регистрации гамма-квантов, нигде не встречается учёт 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 постулированных СТО пытается продолжить до бесконечности.

### Некоторые релятивистские решения и следствия

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

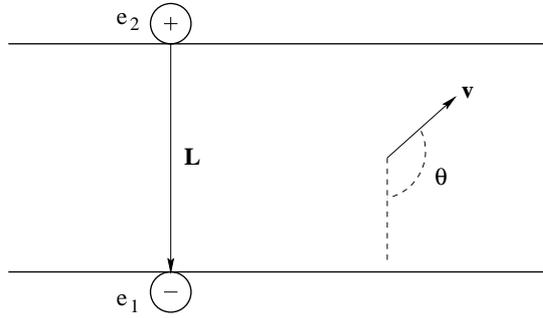


Рис. 4.4: Парадокс преобразования сил.

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  $\theta$  – угол между векторами  $\mathbf{v}$  и  $\mathbf{L}$ . Определяя электромагнитные силы, действующие между этими зарядами в системе отсчёта 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. [34]). Действительно, в классической физике траектория при  $v_y = v_0$  – парабола:

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

а в СТО – цепная линия

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

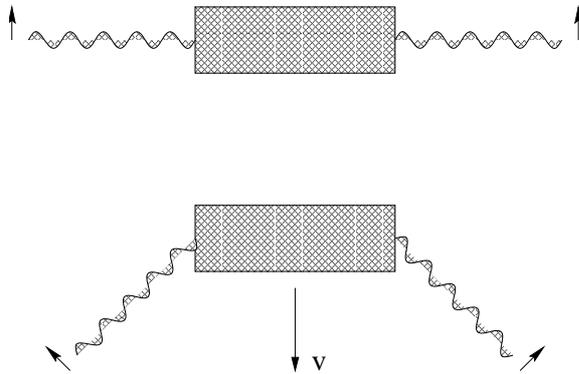
Но при больших  $y$  релятивистская траектория близка к экспоненте, то есть является более крутой, чем парабола. Как же быть с идеей об увеличении инерции (массы) тела со скоростью? Если даже считать, что, несмотря на несколько большую крутизну, частица движется по траектории медленнее, то за счёт каких 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 [33]:

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

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 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

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

масса. Как же быть с опытами Лебедева о давлении света (и современным общепринятым представлением), 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 (моделью, принятой на сегодняшний день, в том числе и в СТО) или с мистическим продольно-поперечным светом (для спасения СТО).

Весьма странным в современной версии 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 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 излу-

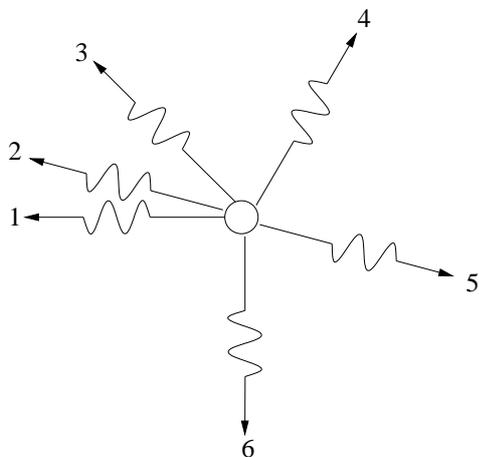


Рис. 4.6: Масса комбинации фотонов.

ние, 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 придётся 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! И во имя чего всё это?!

### Спин и прецессия Томаса

Релятивисты постоянно подчёркивают, что механика Ньютона что-то не описывает по сравнению с СТО. Например, в книге [33] 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 изображённые в книге [33] меняющиеся направления спина не отвечают действительности (Рис. 4.7). Если всё 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). В реальной задаче многих тел всегда происходит согласование всех движений, включая все орбиты, все прецессии, смещения всех перигелиев.

Современное использование понятия спина частиц в СТО является внутренне несогласованным. Дело в том, что при столкновениях частицы движутся друг относительно друга и вдобавок изменяют своё 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)?

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).

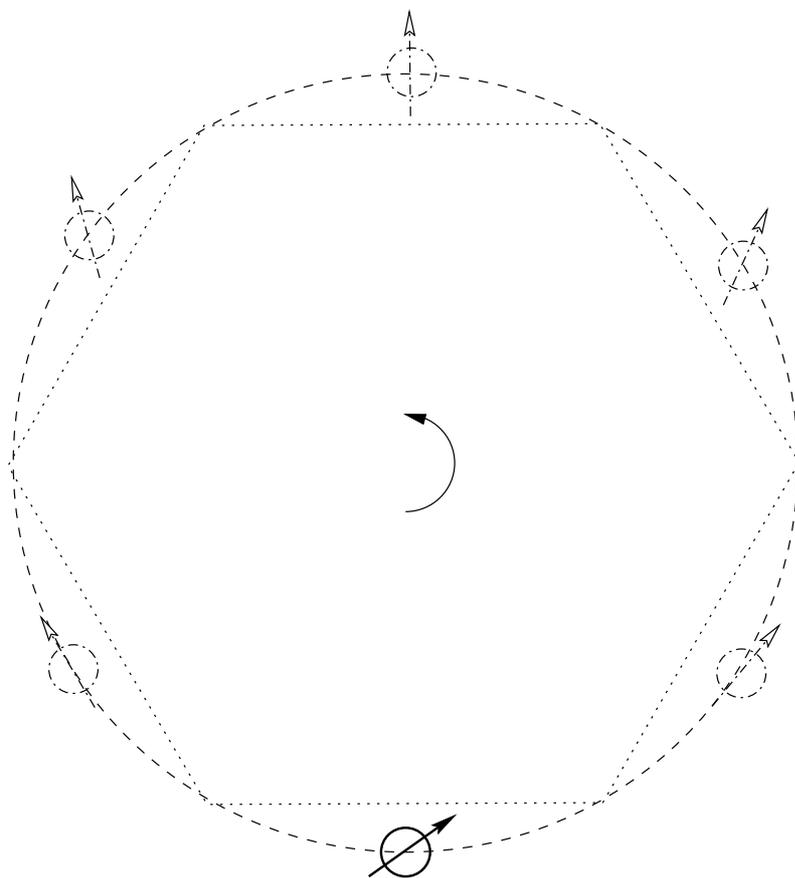


Рис. 4.7: Прецессия Томаса в СТО.

### Ещё 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  $\omega$  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 в современной трактовке, вообще говоря, бессмыслен. Фотон, как определённая частица, характеризуется определённой частотой  $\omega$ . 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 [26] 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 корректно “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 мгно-

венные процессы. В-третьих, чем же лучше выбор СТО, когда под действием силы, по логике релятивистов, ускорение для света остаётся 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 (такая концепция внутренне непротиворечива, а реализуется ли эта возможность – ответ может дать только опыт). 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 возбуждённый атом может весить больше невозбуждённого 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 бессилковым 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 учётом энергии и импульса поля (явно неучтённого и невыделенного).

### **Теория столкновений и законы сохранения в СТО**

Очень часто в СТО для “упрощения” описания столкновений используют приём перехода в какую-нибудь “удобно движущуюся”

систему отсчёта. Однако, такая процедура не имеет под собой никаких физических оснований и принцип относительности для закрытых идентичных систем здесь вовсе ни при чём. 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 к 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 отсчёта может существенно исказить интерпретацию решения, то есть любой процесс должен рассматриваться только в системе реального наблюдателя (регистрирующего прибора).

Ещё одним искажением действительности является рассмотрение процесса столкновения двух частиц (принципиально точечных в СТО) как плоского движения. На самом деле даже при исследовании статистических характеристик точечных частиц измерительный прибор не может (для подгонки под идеальную задачу движения двух точек) с каждой парой частиц лететь и вращаться по-своему (по-разному!) – положение прибора фиксировано. Кроме того 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 трёхмерным (вероятность плоского движения равна нулю). Пусть, например, два одинаковых шарика (1 и 2) приближаются друг к другу до столкновения по

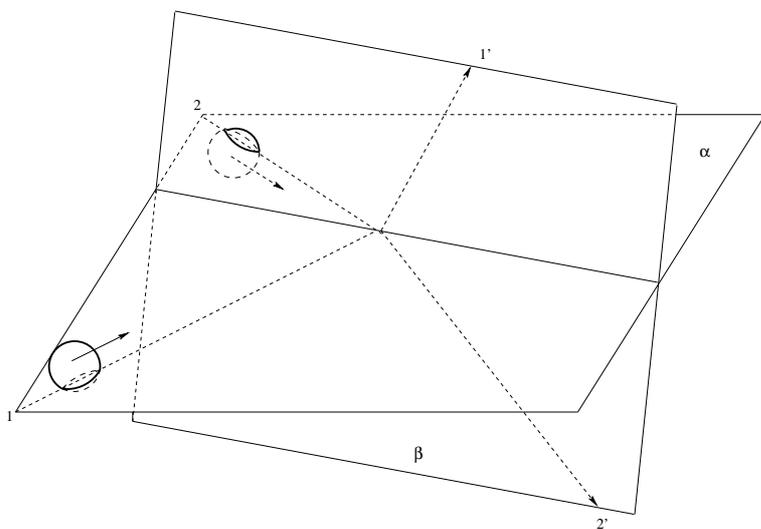


Рис. 4.8: Неплоское движение двух частиц.

скрещивающимся в пространстве прямым (минимальное расстояние между прямыми меньше диаметра шарика). Уже с самого начала эксперимента мы не можем провести через эти заданные прямые плоскость. Тем не менее, возьмём середину минимального расстояния между скрещивающимися прямыми (траекториями до столкновения) и проведём через неё пересекающиеся прямые, параллельные данным траекториям. Теперь через пересекающиеся прямые проходит единственная плоскость  $\alpha$  (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 сделаем аналогичную процедуру с параллельным переносом прямых, на которых лежат линии движения после столкновения, до пересечения посередине. Проведём через пересекающиеся

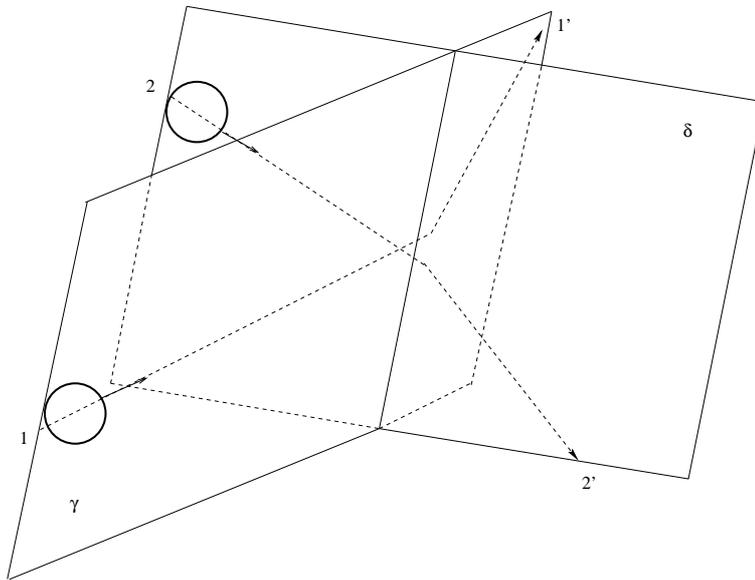


Рис. 4.9: Трёхмерность столкновения двух частиц.

ся прямые плоскость  $\beta$  (опять центры шариков будут двигаться по разные стороны от этой плоскости). Однако, “плоскость до столкновения” не совпадает с “плоскостью после столкновения”, а пересекает её под некоторым углом.

Второй способ: проведём одну плоскость  $\gamma$  через траекторию движения первой частицы (пересекающиеся прямые её движения до и после столкновения), а вторую плоскость  $\delta$  – через аналогичную траекторию движения второй частицы. Однако, эти плоскости тоже пересекаются под некоторым углом (Рис. 4.9).

Что же следует из трёхмерности движения? Первое. Не все связи оказываются линейными. Например, даже при прямолинейном равномерном движении тел по скрещивающимся прямым, расстояние между телами оказывается нелинейной функцией времени. Второе. 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 неопределённых параметра в решении. Если же считать движение плоским (убрать уравнение (4.5)), то для оставшихся четырёх неизвестных будем иметь три уравнения. Следовательно, при сопоставлении решений СТО с классической физикой осуществляется подмена решений и остаётся только один неопределённый параметр (обычно таковым считают угол рассеяния). Такая подмена приводит к неправильной интерпретации данных эксперимента, особенно при восстановлении недостающих величин. Например, в книге [33] демонстрируются два трека разлёта частиц одинаковой массы и заряда (точнее одинакового отношения  $e/m?$ ) с углом разлёта меньшим  $90^\circ$  и отсюда делается вывод о неверности классической механики. Запишем выражение для угла  $\alpha$  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  $v'_{2z}{}^2$  (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 её 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  $90^\circ$  однозначно получается в классической физике при столкновении с покоящейся частицей в системе регистрирующего прибора (только где найти такую частицу?). Однако, из наблюдаемого угла разлёта в  $90^\circ$  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 (независимо от 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), про-

верку баланса возникающего излучения по энергиям и направлениям. Есть ещё два вопроса, на которых обычно не акцентируется внимание (ещё две неопределённости): 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 разлёта? Ведь в процессе столкновения заряженные частицы испытывают ускорение. Следовательно, согласно современным представлениям (в том числе в СТО), всегда должно наблюдаться некоторое излучение (поле). Неужели нужно действовать как студенты, подсматривающие в ответ задачи: если уж прибор зарегистрировал  $\gamma$ -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 об-суждение релятивистских законов сохранения при “столкновени-

ях” – 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 сохранения 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

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

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 есть представляют собой не “идеальные точечные заряды СТО”, а заряженные магнитные ротаторы конечных размеров), то применение релятивистского закона сохранения импульса в ядерной физике и физике элементарных частиц без явного учёта импульса поля совершенно неправомерно. Следовательно, мы опять приходим к необходимости явного учёта импульса поля, а значит и его энергии, при столкновениях. (Возможно, это поможет упорядочить ядерную физику и физику элементарных частиц и сократить число частиц-призраков?)

Учёт силы реакции излучения также ведёт к нарушению заявленных в СТО законов сохранения энергии и импульса. Отказаться от учёта 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,

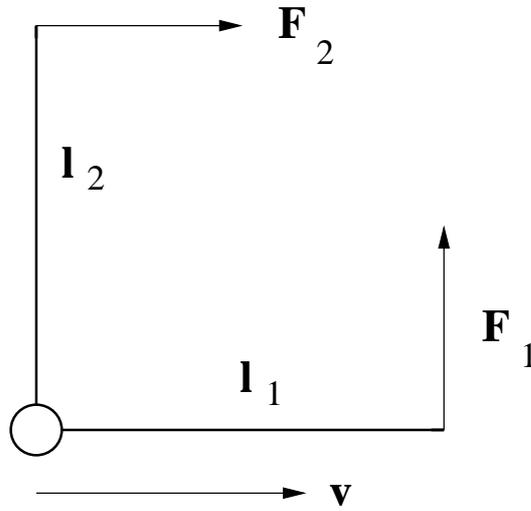


Рис. 4.10: Парадокс рычага.

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 сил равен нулю. Конструкция остаётся неподвижной. В классической физике результат совершенно не зависит от системы отсчёта 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 путём [34]. “Во имя” псевдонауки нужно чем-то жертвовать. Поскольку здравый смысл для реля-

тивистов 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 потечёт “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 жёстких рентгеновских лучей более 1 Mev (?!). 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, которая довольно велика). Во-

вторых, было бы интересно подтвердить эффект на электронных пучках независимо по всем трём величинам (полный баланс): 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 Мёссбауэра) должен рассматриваться для тела (или атома) как целого из некоторых резонансных условий (с учётом конкретных механизмов поглощения и излучения в атоме). Однако, всё равно остаются неопределённости 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 неопределённостей для столкновения шариков – аналога “бильярдной” модели Комптона. Будем анализировать опыты, приводимые в стандартных учебниках, например, [27,30,40]. Заметим, что если время совпадения моментов регистрации  $\gamma$ -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 “оказываются” связанными. На самом деле все электроны участвуют в передаче импульса вследствие своего движения в атоме и забирают у  $\gamma$ -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 её влияние от рассеянного на ядрах излучения)? Почему в эксперименте с литием отсутствует несмещённая линия (Комптон, Ву), ведь она должна быть всегда, например, от рассеяния на ядре? Почему для всех веществ существует не один смещённый пик, а два, располагающихся почти симметрично относительно исходной линии?

Кроме того, все треки не визуализируются 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  $\sim 10\%$  (причём 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 из схемы эксперимента, что в опыте Сцепези и Бея количество двойных рассеяний того же порядка, что и одинарных. При отсутствии учёта 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

(подгонка до 30%!) декларируется точность 15%.

На самом деле, во всех вышеперечисленных опытах выделяются не направления разлёта частиц, а фиксируется их попадание в определённое место пространства. Следовательно, подтверждённая экспериментами интерпретация СТО достаточно сомнительна. Например, в опыте Кросса и Рамзея почти половина точек с учётом 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 остаётся 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 усреднённые (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 ещё 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 казался 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 им-

пульс должен быть направлен по скорости, иначе он будет неопределённым. Однако, никакой строгости в этих рассуждениях для единственной частицы нет, ведь и в системе где  $\mathbf{v} = 0$  направление импульса тоже неопределённое. 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.

Ещё одно вспомогательное замечание. В книге [33] (задача 65 “импульс без массы”) рассматривается платформа на колёсиках. На одном её конце находится мотор с аккумулятором, который вращает с помощью ременной передачи (через всю платформу) колёсико 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 определённости (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 чем и как может быть экспериментально подтверждён этот перенос массы? Позиция классической физики более чёткая: 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, её искусственно повышают путём 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 определённых теоретических интерпретаций и соответствующей им градуировке приборов). Поэтому в явном виде подставить величины  $\mathbf{v}$  и  $m$  в расчётные (!) 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).

Если некоторый объект имеет скорость большую, чем скорость, с которой способна двигаться Ваша рука, то, естественно, Вы не сможете ускорить рукой данный объект; однако при встречном движении скорость столкновения определится суммой скоростей. Совершенно аналогичной будет ситуация при попытке ускорить электромагнитным полем частицы, летящие почти со скоростью передачи электромагнитных взаимодействий (эффективность ускорения будет невысокой); но опять при лобовом столкновении частиц скорость будет складываться аддитивно. Рассмотрим следующий мысленный эксперимент. Пусть на одной прямой помещены три наблюдателя – в точках  $A$ ,  $B$  и  $C$ . При этом точка  $B$  находится посередине отрезка  $AC$ . Поместим точечный источник периодических синхронизирующих сиг-

налов  $O$  на серединном перпендикуляре  $OB$  на большом расстоянии  $R = |OB|$ . Поскольку все четыре точки взаимно покоятся, то для наших трёх точек на прямой выбранный метод синхронизации применим и в классике и в СТО. Выбирая расстояние  $R$  достаточно большим, можно обеспечить заранее заданную точность синхронизации времени в точках  $A$ ,  $B$  и  $C$ . Пусть радиоактивные источники, способные излучать частицы со скоростью  $0,9c$  помещены в капсулы на концах отрезка в точках  $A$  и  $C$ . С получением первого синхронизирующего сигнала заслонки на капсулах одновременно открываются и частицы устремляются навстречу друг другу (к точке  $B$ ). Наблюдатель в точке  $B$  увидит, как пространство между двумя встречными потоками постоянно “съедается” со скоростью  $0,9c + 0,9c = 1,8c$ . С такой же скоростью столкнувшиеся частицы начнут “вгрызаться друг в друга” (за счёт выбора длины отрезка  $AC$  момент столкновения можно подгадать под приход второго синхронизирующего сигнала и убедиться в правильности расчёта). Это и есть реальная скорость столкновения частиц для реального наблюдателя, а релятивистский закон сложения скоростей в данном случае вообще не имеет ни к чему отношения. По-видимому, множественность каналов реакций в физике микромира во многих случаях является фиктивной: просто безграничная вера релятивистов в относительность величин (и необходимость расчётов именно по релятивистским формулам) вынуждает их приписывать разные реакции, происходящие при совершенно различных условиях, к реакциям, произошедшим при одинаковых параметрах столкновения.

Возникает вопрос: можно ли получить сверхсветовые скорости частиц (имеются в виду обычные частицы, а не сказочные “тахионы”), фиксируемые реальным покоящимся наблюдателем? Ответим так: почти невероятно, чтобы скорости частиц были ограничены скоростью света (ещё точнее, в духе сказанного выше – даже удвоенной скоростью света). Это могло бы быть только при выполнении ряда условий: во-первых, должны отсутствовать в природе истинно элементарные частицы; во-вторых, весь

мир должен обладать исключительно электромагнитной природой и строго подчиняться уравнениям Максвелла. Однако есть все основания полагать, что истинно элементарные частицы существуют, что в природе, кроме электромагнитных, присутствуют и другие виды взаимодействия (как минимум ещё три), и что даже сами электромагнитные взаимодействия не описываются исключительно уравнениями Максвелла в современной форме (об этом писал ещё Ритц; вспомним также сам факт рождения квантовой механики [139,140]). В практическом плане можно предложить следующее. Рассмотрим столкновения на встречных разреженных пучках частиц, летящих почти со скоростью света. При строго лобовом столкновении истинно элементарных частиц одинакового заряда, но существенно различающихся по массе (например, протона и позитрона), должны обнаруживаться меньшие из частиц, рассеянные на  $180^\circ$ , имеющие скорость близкую к удвоенной скорости света. Разумеется, малейшие отклонения от строго лобового столкновения приводят к существенному отклонению скорости от названной величины, поэтому вероятность таких событий мала (но она ненулевая!). Многократную итерацию этой процедуры (аналог ускорения Ферми) для получения ещё больших скоростей осуществить ещё труднее (но во Вселенной такое вполне возможно).

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.)?

Обратим внимание, что энергия, получаемая частицей в единицу времени при прохождении ею области с электромагнитным полем, и в классическом случае и в релятивистском случае [17] даётся одной и той же формулой

$$\frac{dE_{kin}}{dt} = e\mathbf{E}\mathbf{v}.$$

Это есть одна из причин “близкого к успеху” расчёта ускорителей. Просто одни и те же “события” и показания приборов сопо-

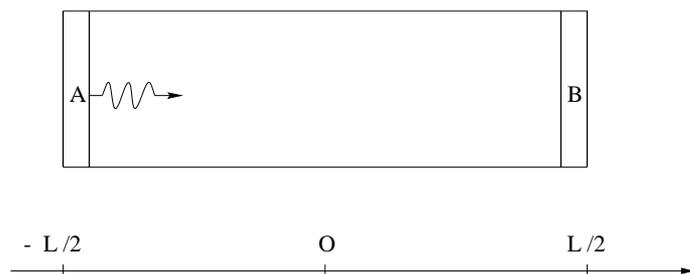


Рис. 4.11: Связь массы излучения с её энергией.

ставляются в классическом и релятивистском случаях разным шкалам энергии (ещё точнее, разным комбинациям буквенных символов).

СТО не имеет никакого приоритетного отношения к объяснению наличия у фотона импульса. Любая частица, в том числе фотон, детектируется при взаимодействии с другими частицами, то есть фактически по передаче импульса. По современным представлениям 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 [40]:  $\Delta E = \Delta mc^2$ . 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 определённую роль. Пусть на концах однородной трубы длины  $L$  и массы  $M$  (Рис. 4.11) находятся тела  $A$  и  $B$  пренебрежимой массы [40]. Возьмём, например, мо-

номолекулярные слои одинакового вещества. Пусть атомы слоя  $A$  находятся в возбужденном состоянии. В [40] рассматривается следующий “круговой процесс”. Вначале тело  $A$  испускает короткий световой импульс в направлении тела  $B$ . Утверждается, что труба как целое придёт 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 [40] тело  $B$  с поглощённой энергией при помощи внутренних сил приводят в соприкосновение с телом  $A$ , тело  $B$  возвращает энергию телу  $A$  и возвращается на своё 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 полёте 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 [40], можно получить гораздо проще. Из общего выражения  $dE = \mathbf{v}d\mathbf{P}$  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-четвёртых, 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 путём разложения по  $v/c$  и учёта лишь конечного числа членов ряда может оказаться в общем случае неверной. Отброшенные члены могут кардинально менять вид решения. Область применимости приближённого решения во времени может оказаться такой малой, что приближённое решение не будет иметь никакого теоретического и практического значения (но как это обнаружить, не зная поведение истинной функции?). Сомнительно также вывести из приближённого решения усреднённое 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  $v/c$  приближённые 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.

Хотя следующее методическое замечание относится в первую очередь к кинематике, оно затрагивает также и ОТО и релятивистскую динамику. В ([17], стр.41) ставится задача: определить движение исследуемой системы, равноускоренное по отно-

шению к собственной инерциальной системе (то есть покоящейся в каждый данный момент относительно исследуемой системы). У читателя может возникнуть естественный вопрос: неужели движение, равноускоренное по отношению к одной инерциальной системе, может оказаться неравноускоренным по отношению к другим инерциальным системам? К сожалению, ситуация в СТО оказалась именно такой (нам ещё повезло, что теория относительности практически не использует старшие производные, исключая описание излучения, иначе какие бы ещё “выкрутасы” пришлось бы увидеть). Но как же быть с принципом эквивалентности: в одной инерциальной системе получается эквивалентность одному гравитационному полю (постоянному), а в другой инерциальной системе в той же самой точке пространства гравитационное поле (физическое!) поменялось? С какой скоростью надо лететь наблюдателю, чтобы ему “привиделось” как булыжники на Земле взлетают словно воздушные шары? А если мы к некоторой равноускоренной подобным образом ракете прикрепим динамометр и к пружине подвесим груз, то неужели движущиеся по-разному (но с постоянными скоростями) наблюдатели будут видеть, что стрелка динамометра показывает разные арабские цифры?

Напомним известный парадокс релятивистской подводной лодки (СТО встала перед выбором, как “Буриданов осел” перед двумя стогами сена): с точки зрения наблюдателя на поверхности земли плывущая лодка должна утонуть из-за увеличения своей плотности вследствие сокращения её длины, а с точки зрения наблюдателя в лодке, наоборот, лодка должна всплыть из-за увеличения плотности окружающей воды. Требовалось произнести какое-то “магическое наукообразное заклинание” и релятивисты выбрали либо сослаться на процесс ускорения, либо на искривление пространства в усилившемся гравитационном поле, то есть опять отослали к ОТО. По-видимому, для СТО это можно записать как эпитафию: “тужилась объять необъятное, но у неё никогда не было даже своего предмета исследования”. А чтобы было ясно, что гравитация в данном случае вовсе не при чём,

переформулируем настоящий парадокс по-иному. Пусть в самых обычных земных условиях (т.е. в слабом гравитационном поле!) самая обычная подводная лодка благополучно прошла с постоянной (нерелятивистской!) скоростью на заданной фиксированной глубине (в прозрачной воде) путь между двумя кораблями. Это ОТВЕТ и он уже известен с “точек зрения обоих наблюдателей”! А теперь вопрос: что должны утверждать с точки зрения СТО разные двигающиеся релятивистские наблюдатели? Поскольку кроме обменов импульсами света СТО ничем более не занималась, то, естественно, всё, что утверждает СТО, релятивистские наблюдатели и должны увидеть с помощью этого самого света. Спрашивается: когда они “это” увидят? Очевидно только тогда, когда до них дойдёт свет, испущенный в момент “события” (как утверждают релятивисты, мгновенных связей не существует). Пусть через 20 миллиардов лет (когда уже “возможно” не будет ни лодки, ни кораблей) в сторону нашей подводной лодки с расстояния 20 миллиардов световых лет посмотрят два наблюдателя (в движущихся ракетах) и уловят те самые импульсы, показывающие далёкое событие. Один из наблюдателей будет двигаться почти со скоростью света в направлении курса подводной лодки, а второй – против курса лодки. Оказывается, что согласно СТО (вследствие разного результата сложения скоростей) мнения этих наблюдателей (утонула лодка или всплыла?) должны отличаться. И ведь они не должны поверить даже прилетевшему следом звездолёту (с небольшим запозданием, чтобы понапрасну не тревожить релятивистский сон), в котором придёт сообщение “молния”, что задание лодка благополучно выполнила НА ЗАДАННОЙ ГЛУБИНЕ. Как хочется верить релятивистам: может не утонул ещё Василий Иванович (Чапаев), если какой-нибудь правильный инопланетянин, летящий в правильное время с правильной скоростью, взглянет на то давно ушедшее событие.

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. Совсем странно

выглядит распространяемый некоторыми релятивистами штамп, будто СТО – это просто новая геометрия и уже потому она якобы непротиворечива. По-видимому, они ошиблись в выборе специальности, если не чувствуют даже сам предмет исследования физики (физика занимается исследованием причин явлений и конкретных механизмов, непосредственно влияющих на исследуемое явление). Конечно, для получения математического решения в физике часто используются преобразования координат (например, конформные). В частности, преобразования Лоренца (но со скоростью звука!) можно использовать для решения некоторых задач в акустике (и именно потому, что они будут инвариантом). Однако, если некто будет утверждать, что, раз решения получаются верные, значит вся Вселенная “преобразовалась” из внешней области во внутреннюю область круга, то все физики поймут, где место подобным высказываниям. Если же другой ну О-очень Бо-ольшой Релятивистский У-учёный скажет, что вся Вселенная сжалась, когда он ходил в соседнюю булочную, то куча “подпевал” подтвердят эту чушь (видать эти бедняги были сильно обделены в детстве – им не прочли сказку “Толый король” или они не поняли, что эта вечная сказка имеет самое прямое отношение к жизни).

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

Многие критики релятивизма поднимают тему плагиата. Действительно, сложно обойти данный этический момент. Воровская “логика” (апологетика) релятивистов гласит: “обвинение А. Эйнштейна в воровстве чужих интересных идей противоречит

утверждению об ошибочности теории относительности”. Отнюдь нет: если кто-то украл автомобиль, а затем его разбил, то факт отсутствия работающего автомобиля не отменяет факт его первоначального воровства. Так что остался неприятный осадочек от факта отсутствия в работе А. Эйнштейна общеизвестных ссылок на своих выдающихся предшественников. Чтобы восполнить подобные недостатки составитель в Библиотеку антирелятивистской литературы добавил проект "Всех Настоящих Первых помянуть": <http://www.antidogma.ru/library/firsts.html>

Конечно, различие в **интерпретациях** формул у Эйнштейна и у Лоренца является достаточно существенным. Например, для так называемого “кинематического эффекта” нет ни причины, ни механизма его реализации (действия): с чего это вся Вселенная сжалась, если двигаться взбрело в голову только одному человеку (даже если он “пуп земли”)? Следовательно, подобному эффекту нет места в физике (это лишь математический трюк). У Лоренца, напротив, не каждый объект сжимался относительно каждого при взаимном движении (и уж тем более не всё пространство), а только тот, кто конкретно двигался сквозь эфир. Здесь присутствует и причина (начало движения с конкретной скоростью сквозь эфир) и механизм (взаимодействие с эфиром). Такой эффект уже вполне может обсуждаться в физике. В интерпретациях формул и состоит отличие физики от математики.

Почему же концепция Ньютона является наиболее предпочтительной? Классические понятия физики оформились как обобщение тысячелетних наблюдений добросовестных исследователей над окружающим миром (включая астрономические наблюдения Вселенной). Классические представления кинематики не приводят к внутренним логическим противоречиям или к противоречиям с экспериментами. Имеет ли смысл обсуждать так называемые кинематические эффекты (например, мифическое сокращение или искривление пространства)? Разумеется нет: если считать само пространство искривляющимся, то точно так же искривлялись бы и линейки и подобное искривление никак не могло бы быть обнаружено. Именно поэтому классические

понятия выбраны идеальными (и наиболее простыми в практическом использовании). Мешают ли классические понятия “наполнению” реальной материи какими-либо свойствами? Не мешают вовсе! Любое свойство материи, которое открыто или может быть открыто в будущем легко и органично будет включено в классическую физику. Например, в классической физике вполне адекватным является обсуждение возможных свойств эфира (а в СТО нет никакого смысла обсуждать эфир, поскольку в СТО он лишен наблюдаемых свойств). В классической физике вполне могут обсуждаться вопросы генерации массы, заряда, структура фотона и т.д. Мешает ли классическая физика потенциальной возможности существования многоуровневых систем и движений (до бесконечности вглубь и вширь и столь же разнообразных)? Тоже не мешает. Первый “закон” Ньютона говорит лишь об идеальном прямолинейном движении выделенного тела, не взаимодействующего ни с каким другим объектом. В реальной же Вселенной такая ситуация строго не проявляется (а лишь иногда и приближённо). Поэтому какой тип естественного движения (например, движение по окружности или другие) реализуется в нашей единственной Вселенной целиком определяется существующими реальными взаимодействиями. Будет ли для описания движения найдена более “экономная” запись, чем второй закон Ньютона, покажет будущее (такое “улучшение”, вообще говоря, возможно, но это не вопрос о верности или неверности самого принципа описания!). Уравнения движения полностью (!) определяют интегралы движения и это вовсе не обязаны быть классические механические энергия и импульс, введённые для невзаимодействующих бесструктурных материальных точек (вспомним про классические же примеры с реальными диссипативными процессами, про гидродинамические примеры и т.д.). Ну и наконец, в классической физике присутствуют не только относительные величины, но и абсолютные величины (и это прекрасно работает на практике), значит классическая физика уже является более общей теорией, чем любая теория, не содержащая абсолютных величин.

## 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 обсуждён 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

# Анализ “доказательства” существования инвариантной скорости

Рассмотрим подробно статью [158]. В этой работе делается попытка вывода релятивистского закона сложения скоростей, но только для параллельных скоростей, то есть природа уже ограничивается теорией. Для начала сделаем предварительные замечания. Что может означать  $c = constant$ ? Скорость распространения волн не зависит от скорости движения источника и в классической физике. Постоянство скорости света относительно приёмника (не внутри приёмника!) никогда и никем не подтверждалось. Более того, определение величины скорости света Рёмером по затмениям спутника Юпитера Ио опровергает такое постоянство. Очевидно, что время получения сигнала зависит от движения приёмника (иначе в формулах вообще не появлялось бы  $c \pm v$ ). А выражение  $c = \lambda\nu$  определяет лишь скорость волнового процесса внутри закрытого измерительного прибора, но не скорость распространения сигнала в окружающем пространстве. Время и часы – совершенно разные понятия. Синхронизация часов вообще не имеет отношения к ходу времени и совсем не обязательна, так как не меняет длительности  $\Delta t$ . А уж прими-

тивный обмен сигналами друг с другом напоминает голубиную почту средневековья. В отличие от хода времени, ход часов и их рассинхронизация **зависят** от устройства этих самых часов.

Далее в этом Приложении все ссылки на нумерованные формулы относятся к критикуемой работе [158] (здесь желательно иметь под рукой критикуемую работу для сопоставления формул). Автор [158] поставил цель показать, что наиболее общее соотношение (для параллельных скоростей!), совместимое с принципом относительности – это закон сложения

$$w = \frac{v + u}{1 + Kuv}.$$

Как же может быть наиболее общим то, что представляет собой частный случай: можно ли в реальности гарантировать строгую параллельность скоростей? Очевидно, нет! Для двух скоростей  $u$  и  $v$  заданной длины случай их параллельности есть множество меры нуль. А для неколлинеарных векторов результат релятивистского сложения уже зависит от порядка его применения (от порядка сложения скоростей)!

Величина  $K^{-1/2}$  – это не “инвариантная скорость”, а граничная скорость: сложение двух величин, меньших этой скорости, даёт величину тоже меньшую этой скорости, но сложение двух величин, больших этой скорости, тоже даёт величину, меньшую этой скорости! Только если хотя бы одна из величин точно равна этой граничной скорости, результатом “сложения” опять окажется эта скорость. Как видим, получились два дополнительных, ничем не обоснованных постулата о невозможности движения со скоростями, больше, чем  $K^{-1/2}$  и о существовании странной граничной скорости, с которой нельзя “спрыгнуть” и на которую нельзя “запрыгнуть”.

Мермин заявляет о методе сведения функции от двух переменных к функции от одной переменной. Но такое в математике не всегда возможно, значит, будут искусственно введены некоторые дополнительные гипотезы и ограничения, да ещё и через мысленные эксперименты! Автор [158] заранее предполагает выполнение принципа относительности, то есть, что мы имеем дело

с изолированными системами (идентичными системами без взаимодействия, что уже является ограничением Природы), но при этом ищет открытую связь между относительными скоростями. В выражении (2.3) из [158] он специально ввёл другие переменные, чтобы незаметна была смена смысла предыдущего выражения (2.2): обратите внимание на индексы! В выражении (2.2) индексы чётко стыкуются между собой:

$$f(v_{CB}, v_{BA}) \rightarrow v_{CA},$$

что отвечает физическому смыслу сложения скоростей. Если автор хотел написать выражение для  $v_{AC}$  через смену знака, то надо было написать

$$-v_{CA} = v_{AC} = f(v_{AB}, v_{BC}) = f(-v_{BA}, -v_{CB}).$$

Таким образом, вместо (2.3) должно быть написано

$$f(-y, -x) = -f(x, y)$$

и никакой симметрии (2.6) относительно аргументов не следует ни из каких “общих соображений”. Более того, нашу точку зрения подтверждает то обстоятельство, что общий релятивистский закон сложения скоростей для неколлинеарных векторов зависит от порядка скоростей (некоммутативен!). Поэтому и частный случай параллельных скоростей вовсе не обязан быть симметричным (коммутативным).

Следующее. Надо чётко подразделять **измеряемые** скорости (относительно измеряющего прибора, расположенного в некоторой системе) и **вычисляемые** скорости (не относящиеся к системе, в которой находится измеряющий прибор). Очевидно, что в нашем случае скорость  $v_{AC}$  – это вычисляемая скорость, поскольку ради этого и вводится некоторая функция  $f$ , а переменные этой функции – скорости  $v_{AB}$  и  $v_{BC}$  – это измеряемые скорости. Но тогда измерительный прибор может находиться только в системе  $B$ . Следовательно, добавление новой точки  $D$  в статье [158] приводит только к тому, что просто были введены в выражении (2.7) новые вычисляемые скорости, которые не может

измерить измерительный прибор в системе  $B$ :  $v_{DC}, v_{CA}, v_{DA}$ . При этом в первом из выражений (2.8) поменяли местами измеряемую и вычисляемую скорости, что меняет физический смысл искомой расчётной функции. Возможность перемешивания измеряемых и вычисляемых величин в (2.9) является дополнительной физической гипотезой. Мы не можем заранее предполагать, что при замене измеряемых и вычисляемых величин вид искомой функции останется прежним (одним и тем же). Для классической физики (линейная зависимость) вычисляемая скорость действительно не зависит от движения системы наблюдения, но в релятивистской физике для неколлинеарных векторов это уже не так.

Отметим, что в математике отсутствует такое общее свойство, чтобы функция двух переменных была выражена как функция одной переменной, даже если она “непрерывна и дифференцируема”. И правдоподобные фразы о “параметрической зависимости”, “фиксации переменной”, а также замена частной производной в (2.10) на полную производную (2.14) имеют целью скрыть явный обман. Каждый элементарно может найти примеры, когда это не работает. Таким образом, (2.17) не имеет места в общем случае, на который якобы претендует “доказательство” Мермина. А поскольку мы видели ранее, что симметрия (2.6) не имеет места в релятивизме, то тем более не работает равенство (2.18). Тогда теряет смысл выражение (2.19) и поиск функции  $h$ . Да и  $h'$  могло бы оказаться равным бесконечности, если производная в нуле окажется нулевой.

Далее, вместо (3.1) надо писать другие – самосогласованные выражения:

$$w = f(v, u), \quad s_1 = f(v, s), \quad s_2 = f(v, -s).$$

Выражение (3.5) верное, так как оно использует только классическую относительность. Очевидно, что (3.6) уже не соответствует прежним определениям. Но даже если забыть про всё, сказанное выше, включая отсутствие смысла в поиске  $h$ , то простейшим решением (3.9) будет  $h'(s) = 1$ . Заметим, во-первых,

что в любом случае речь может идти лишь об определении вычисляемых скоростей. Измеряемые же скорости и без наших игр с математикой определяются из опыта (так что лучший выбор – простейший вариант). Во-вторых, обратите внимание, что Мермин из выражения (3.9) пытается обосновать некую **единую** под все случаи жизни константу. Заметим, что черепаха и заяц встретятся в любом случае: если один или даже оба стоят, или движутся с произвольными скоростями. Выбрав  $u = 0$ , получаем простейший выбор в частном случае  $h' = 1$ . Но самое главное, что интегрирование этой выдуманной функции не даёт никакого закона сложения скоростей вследствие некоммутативности.

Если допускать возможность экзотических (релятивистских) преобразований исходя из веры в принцип относительности, то есть предполагая возможную зависимость ряда величин от относительной скорости, то предположение о зависимости этих величин от **модуля** относительной скорости является **дополнительной гипотезой**. Тогда мы даже не можем быть уверены в равенстве величин, измеряемых при движении туда и обратно. Например, тогда можно сомневаться в том, что в системе отсчёта поезда  $T_1(u) = T_2(u)$ . Далее, опять не стоит путать измеряемые и вычисляемые величины: вместо (4.1) надо (для согласованности с функцией  $f$ ) проверять  $t_1(v, u) - t_2(v, u)$ . Рассуждения автора относятся к системе движения поезда, то есть

$$T_1(u) - T_2(u) = T_1'(u') - T_2'(u') \quad (4.3),$$

и вместо (4.6) мы можем записать только

$$t_1(0, u) - t_2(0, u) = t_1(0, u') - t_2(0, u').$$

Затем автор постулирует (это опять дополнительная гипотеза), что данное соотношение будет сохраняться и в  $v$ -системе. Мы не будем корректировать все промежуточные формулы анализируемой статьи, а сразу запишем окончательное выражение

$$\frac{g(v)}{2v} = \frac{([f(-v, u) - f(v, u)] / (2v)) + 1}{[f(v, u) - v][f(-v, u) + v]}$$

и предел:

$$k = \lim_{v \rightarrow 0} \frac{g(v)}{2v} = \frac{1 - \left. \frac{\partial f(v, u)}{\partial v} \right|_{v=0}}{u^2}.$$

Но опять-таки, отсюда никаких особых функций  $h'$  не следует.

Далее, автор замечает, что при отрицательном значении  $K$  закон сложения скоростей (5.2) может приводить к результату  $|v| + |u| \Rightarrow -|w|$ , если  $|v| > (-K)^{-1/2}$  и  $|u| > (-K)^{-1/2}$ . Но автор почему-то игнорирует другую странность при положительном значении  $K$ . Граничная скорость  $c = K^{-1/2}$  разбивает явления на три странных “Мира”:

- I)  $v_i < c$ ,
- II)  $c$ ,
- III)  $V_j > c$ .

При этом

$$v_i + v_k \Rightarrow v < c, \quad v_i + c \Rightarrow c, \quad V_j + c \Rightarrow c, \quad v_i + V_j \Rightarrow V > c,$$

но при сложении скоростей, каждая из которых больше  $c$ , частицы “сваливаются” в I “Мир”:  $2c + 2c \Rightarrow \frac{4c}{5}$  (точно такой же результат будет и при  $\frac{c}{2} + \frac{c}{2} \Rightarrow \frac{4c}{5}$ ).

Очевидно, что скорость распространения волн не зависит от скорости движения источника для любых волн и при любой скорости их распространения (каковых встречается множество). Это просто свойство волнового движения, в том числе, в классической физике. Но подтверждений инвариантности скорости света в вакууме пока нет. Скорость  $V = \lambda\nu$  определяет локальную скорость распространения волн внутри измерительного прибора. А определение величины  $c$  по затмениям спутника Юпитера Ио скорее говорит о зависимости скорости света от скорости движения приёмника. Во всяком случае иных доказательств пока нет.

Мермин предлагает определять величину  $K$  из выражения (5.3), забывая, что в системе  $B$  только две скорости являются измеряемыми:  $v_{CB}$  и  $v_{BA}$ . По сути, выражение (5.3) является

**определением** не измеряемой в системе  $B$  величины скорости  $v_{CA}$ . А одно выражение не может одновременно определять две неизвестные величины:  $v_{CA}$  и  $K$ . Автор предлагает “спросить” о величине  $v_{CA}$  в системе  $A$ . Странная получается относительность! Почему-то мы не можем поверить наблюдателю в системе  $A$  о том, что он знает о не измеряемых нами длинах и временах в его системе (это невыгодно с точки зрения разоблачения релятивизма). Их мы якобы должны сами вычислять по искусственным релятивистским правилам. Но при этом должны слепо верить в показания наблюдателя в системе  $A$  о скоростях. В общем, “здесь читаем, здесь не читаем”, ... и как поётся в песне “а в остальном прекрасная Маркиза, всё хорошо, всё хорошо” (любой ценой спасаем СТО)! Вообще говоря, метод синхронизации с помощью бесконечно удалённого источника на серединном перпендикуляре к линии движения однозначно приводит к классическим величинам (пространственным, временным и характеристикам движения).

Сделаем также краткие замечания по “обоснованию” релятивистского закона сложения в работе [159]. Требования о том, что обратное к линейному преобразованию преобразование и произведение преобразований сохраняют соответствующую структуру (составляют группу), являются дополнительными требованиями (и для неколлинеарных движений не выполняются). Когда Терлецкий говорит об однородности пространства, но при этом пытается искусственно ввести некоторые странные преобразования, то стоило бы сначала ответить на вопрос, что надо ожидать от параллельных переносов для такой выдуманной “физики” (как избежать парадоксов). В выражении (7.6) константа может зависеть от других координат:  $y_1, z_1$ . Сам вид преобразования (7.7) является гипотезой: уж если говорить об обобщении, то могут быть перекрёстные зависимости координат.

Далее, замена только  $x \rightarrow -x, v \rightarrow -v$  меняет ориентацию тройки базисных векторов. Следовательно, чтобы ничего не изменилось в формулах преобразования (как желает автор “доказательства”), необходимо поменять местами  $y \leftrightarrow z$  (это сразу

заметно для нешарового объекта). Под вопросом остаётся совпадение формы прямых и обратных преобразований. Большие проблемы с “групповыми свойствами” возникают при переходе к неколлинеарным векторам, так что все эти математические упражнения выглядят искусственными.

Наконец, зависимость массы от скорости является надуманной: не масса растёт со скоростью, а эффективная сила убывает при приближении скорости тела к скорости передачи взаимодействий (скорости передачи импульса)! В классической физике тоже существует такое уменьшение эффективной силы. Таким образом, работа [159] также не может быть признана строгой в плане обоснования релятивистской инвариантности и закона сложения скоростей.

## Приложение В

# Возможная частотная параметризация

В последующих 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 следующих 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 экс-

периментов. Такая точность может быть достигнута в ближайшее время, а ведь в физике серьёзно 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 неудовлетворённость этой теорией). В результате появилась первая из собственных критических статей, а теперь и эта книга. Так что во всём есть свои плюсы и минусы.

Перейдём теперь к обсуждению возможной зависимости скорости света от частоты. Известно, что при внесении частиц в вакуум в нём 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 определённой частоты будет распространяться через вакуум как “среду” с некоторой проницаемостью  $\epsilon$ , детерминированной самим распространяющимся светом, то есть  $c = c(\omega)$ .

Известно, что обобщение уравнений Максвелла путём явного добавления массового члена в максвелловский лагранжиан приводит к уравнениям Прока в пространстве Минковского (по современным представлениям). Электромагнитные волны, распространяющиеся в среде, изменяются ею и это влияние выражается в генерации массивных фотонов [100]. 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  $\mu$  - 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  $\omega$ -зависимость? 2) Почему она до сих пор не обнаружена, и 3) Каковы могут быть следствия из неё?

Существуют различные методы измерения скорости света, например: астрономические методы, метод прерывания, метод вращающегося зеркала, радиогодезический метод, метод стоячих волн (резонатор), метод независимых измерений  $\lambda$  и  $\nu$ . В настоящее время последний из методов [59,67] 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, а дают лишь “эффект видимости” для двух систем отсчёта при дополнительном условии – условии выбора метода синхронизации Эйнштейна). Напомним, что при выводе следствий СТО (например, законов преобразования) используется понятие интервала  $ds^2 = c^2 dt^2 - (dx)^2$ . 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 остаётся 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 в той же степени внутренне согласованными, что и СТО (т.е. только для двух выделенных объектов!), 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 неопределённому 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, с некоторой точностью для динамики частиц?), будем опираться на него, но видоизменим его с учётом возможной зависимости  $c(\omega)$ .

Физически это означает следующее. Видимый результат некоторого измерения зависит от процедуры измерения, а расчётный 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 определённой частоты  $\omega$ , то результат экспериментов будет зависеть от  $\omega$ . Например, если в системе происходит некоторый процесс с характерной частотой  $\omega_k$ , 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  $\omega$  и  $\omega'$  связаны друг с другом вследствие эффекта Доплера (смотри ниже). Интересно отметить следующее обстоятельство. Если в системе происходят процессы с различными характерными частотами  $\omega_i$ , 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  $\omega'$  - 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:

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

а формула для собственной длины остаётся в силе. Ещё раз подчеркнём, что это все – лишь “эффекты видимости”. В любом математическом выражении слагаемые или коэффициенты можно по определённым правилам переносить из левой в правую часть и наоборот (все такие выражения эквивалентны). Тогда как определить: время ускорилось у одного или, наоборот, замедлилось у другого наблюдателя (а длина увеличилась или уменьшилась)? Просто, если бы Вам сказали, что Ваше время замедлилось относительно одного объекта одним образом, а относительно других объектов – по-иному, то Вы бы сразу почувствовали бредовость бесконечного числа подобных бесполезных “сведений”. Но когда релятивисты говорят, что у Вас всё в порядке, просто “что-то у кого-то где-то далеко...”, многие сразу успокаиваются и продолжают дальше слушать “сказки”.

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

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

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

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

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

Для движения вдоль оси  $x$  имеем

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

Видно, что максимальная видимая скорость будет  $V_{max} = c(\omega)$ , где  $\omega$  - 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  $C$  даёт тот же результат, что и преобразование от  $A$  к  $C$ ). Напомним, что, согласно основной части книги, величины  $t'$  и  $x'$  в формулах (С.1), (С.2) не имеют самостоятельного физического смысла (они являются фиктивными вспомогательными величинами). Формула (С.4), по аналогии с формулой (1.5), может быть

переписана в виде

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

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

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

описывает изменение направления скорости. Релятивистское выражение для аберрации света сохраняется (подстановка  $v' = c(\omega')$ ). На всякий случай напомним, что релятивистское выражение для звёздной аберрации является приближённым. Сохраняются также преобразования 4-векторов. Отсюда следуют преобразования четырёхмерного 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 Доплера

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

Заметим, что отсюда следует зависимость скорости света ( $\omega \neq 0$ ) от движения системы (различным системам соответствуют различные частоты  $\omega'$ ). Однако, как будет показано в следующем Приложении, этот эффект пренебрежимо мал для оптической области. Релятивисты утверждают, что выражение для эффекта Доплера содержит относительную скорость. Это неверно. Пусть

в некоторой точке на Земле произошёл взрыв и кратковременно высветилась некоторая линия излучения. Пусть приёмник на Плуtone уловил сигнал. В какой момент определять эту мифическую относительную скорость? Ведь в момент вспышки приёмник мог не смотреть в сторону Земли, а в момент приёма сигнала уже не существует источника, да и Земля повернулась обратной стороной. Даже в отсутствие среды вместо относительной скорости получилась бы разница абсолютных скоростей в момент испускания и в момент приёма сигнала (а это не одно и то же!). А что имеем в реальности – должен показать опыт.

Вектор энергии-импульса преобразуется следующим образом:

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

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. Поскольку фактически речь идет об альтернативном объяснении красного смещения, то этот эффект оказывается очень мал и подтвердить его в лабораторных исследованиях на современном этапе не представляется возможным: красное смещение линий космических объектов итак детектируется наиболее точными оптическими методами и заметным оно становится лишь для очень отдалённых объектов, таких, что рас-

стояние до них уже не определяется даже по базе орбиты Земли (по треугольнику); напомним в этой связи, что величина постоянной Хаббла уже корректировалась на порядок.

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

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

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  $\omega$ -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  $N_{\mathbf{k}l}$  заданной поляризации:

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

и в соотношении для вероятностей (поглощения, вынужденного и спонтанного излучения)  $dw_{\mathbf{k}l}^{ab} = dw_{\mathbf{k}l}^{ind} = dw_{\mathbf{k}l}^{sp} B$ . 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  $\omega$ -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 С

# О возможном механизме частотной зависимости

Исходя из полуклассического подхода попытаемся оценить  $\epsilon(\omega)$ -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:

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

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

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

Остаётся определить величины  $c_0$ ,  $\gamma$  и  $Nf$ . При выборе величины  $\gamma$  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 ещё 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 объёма, которое достаточно для обеспечения процесса распространения света. Фактически речь идёт об определении размеров кванта света и количества виртуальных частиц, задействованных в нём. 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. С.1) и вращается с частотой  $\omega$  вокруг локальной оси (перпендикулярной к плоскости рисунка и пересекающей ось *C*).

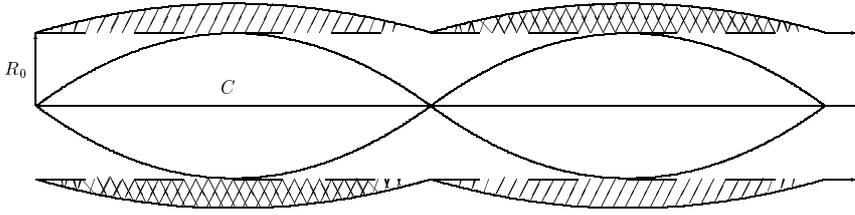


Рис. С.1: Распространение света как последовательная поляризация вакуума.

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 приближённое выражение для безразмерной фазовой скорости света имеет вид:

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

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

Сделаем некоторые оценки (см.(С.2)). 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<sup>-1</sup> 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  $c^2 k^2 = \omega^2 \varepsilon$ , 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  $2 \times 10^{-7}$ ). Заметим также, что используемые выше малые размеры кванта света довольно обоснованы (по современным представлениям). 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  $\omega$ -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  $\omega$ -зависимость  $c(\omega)$ . Измерения должны быть прямые, поскольку любой пересчёт вовлекает определённые теоретические представления о рассматриваемом процессе. В частности, эксперименты должны выполняться в вакууме, поскольку чисто теоретический расчёт взаимодействия света с веществом не может быть точно выполнен. В общем случае взаимодействие с материей зависит от частоты света  $\omega$ . В частности, зеркала должны отражать различные по частоте  $\omega$  волны по-разному (кроме того, отражение – не мгновенный процесс). Пересчёт, связанный с преобразованием света не учитывает возможную  $\omega$ -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 пройдёт определённое 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 луча света (для каждой различной частоты!) должно быть равным. Последнее замечание применимо также к интерферометрическому методу. Разделяем луч ( $\omega_1$ ) на два луча. Первый луч преобразуется (в  $\omega_2$ ) 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  $\omega_i$  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, для больших расстояний нет полной уверенности, что свет действительно проходит через вакуум (без газа, плазмы, пыли и т.д.). Необходим дополнительный математический анализ  $c(\omega_i)$  для  $\omega_i$ , чтобы обнаружить  $\omega$ -зависимость  $c(\omega)$ .

Наибольший интерес представляет сравнение  $c(\omega)$  для видимой области и для рентгеновских или  $\gamma$ -лучей. Насколько известно, для этих двух последних областей нет экспериментальных данных. Однако, для экспериментов с  $\gamma$ -лучами имеется ряд трудностей (см. [7,59,67] для наиболее точного при волновой модели света метода прямых независимых измерений  $\lambda$  и  $\nu$ ), да и нет полной уверенности в чисто волновой природе света.

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 соответствующие 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 D

# Замечания о некоторых гипотезах

В данном Приложении мы слегка коснёмся некоторых известных гипотез, тоже не связанных напрямую с основной частью книги. Начнём 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 (например, не обнаружено экранирование гравитации). Гравитационным силам невозможно приписать также Ван-дер-Ваальсов тип, так как тогда должна была бы существовать дальнодействующая сила, слабо убывающая с расстоянием (чтобы получить квадратичную зависимость в знаменателе, как в законе Ньютона), а её нет. Неверной является и попытка симметризовать гравитацию путём 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

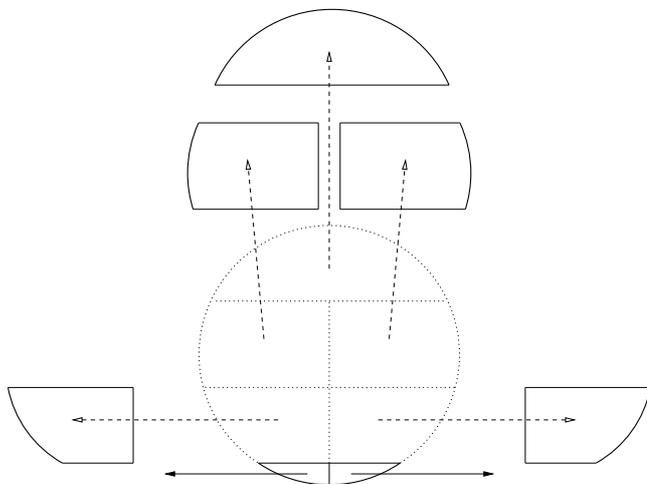


Рис. D.1: Противоречие “зарядовой” гравитации.

(Рис. D.1). Будем отрывать от Земли большие обломки и уносить их далеко в космос. Известно, что обломки, поднятые с Земли не улетают сами 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 за-

ряженных 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, мало продуктивны для науки.

Более полезными для практических приложений могут оказаться различные обобщения статической теории тяготения Ньютона с использованием Максвелловского подхода (см., например, [157], [11]). Кроме того, существует ещё 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 учёных отдельно взятой научной школы”). Конкретно, упомянутая модель состоит в следующем. Предполагается, что во Вселенной равномерно во всех направлениях летают очень маленькие нейтральные частицы (“лиссажёны”; автор – LeSage) 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. Существовало ещё одно возражение: температура газа лиссаженов должна быть очень велика и Вселенная должна “гореть”, так как термодинамическое равновесие должно было быстро установиться. Однако уже появились разные модификации этой теории: 1) лиссажены могут постоянно поглощаться телами (которые при этом

постоянно “растут”); 2) лиссажаны могут трансформироваться в такие частицы, которые покидают тело. К сожалению, подтвердить или опровергнуть это в прямых экспериментах пока невозможно. Даже в экспериментальном плане с гравитацией не всё ясно. Например, нет прецизионных измерений по влиянию взаимного движения тел и их вращения на действующую между ними силу притяжения. Существуют гипотезы о влиянии гравитации на инертную массу (и, следовательно, на инерциальные силы, например, возникающие при вращении волчка). При определении, например, величины центробежной силы возникает вопрос (как проявление привитых нам релятивистских штампов): относительно чего определяется вращение? Существует практический способ принципиального определения инерциальной системы. Поскольку определить можно только изменение состояния (например, растяжение пружины между двумя вращающимися шариками) относительно некоторого другого предыдущего состояния, то можно только утверждать, что растяжение (вызываемое центробежной силой) будет минимальным при некоторой частоте вращения (естественно, с учётом возможного изменения направления вращения). Если это “состояние минимального растяжения” сохраняется независимо от ориентации оси вращения, то мы имеем инерциальную систему. Вопрос о том, будет ли это гелиоцентрическая или иная система не может быть решен чисто теоретически для нашей единственной Вселенной (абстрактные теоретизирования об удалении почти всех тел из Вселенной не осуществимы практически). Очевидно, что по форме (математической) инерционные силы не изменятся и обсуждать можно только зависимость самой инертной массы от гравитации. Повидимому, какая-либо измеримая зависимость инертной массы от направления вектора результирующей гравитационной силы вряд ли возможна (иначе, при вращении жидкостей в невесомости не могли бы наблюдаться эллипсоиды вращения). Сколь-нибудь существенная зависимость от модуля вектора результирующей гравитационной силы тоже маловероятна, иначе расчёты движения комет, астероидов и метеоритов отличались бы от

общепринятых данных на порядки (например, по закону сохранения импульса тело, удаляющееся от массивных тел – Земли, Солнца и т.д., увеличивало бы свою скорость, а это не так). Для обсуждения зависимости инертной массы от величины суммарного гравитационного потенциала (чтобы его вариации при движении на большие расстояния были не очень заметны) необходимо сначала определить с общеприкладной и общеприкладной точек зрения, каков может быть смысл этого нулевого уровня потенциала и как его установить в нашей единственной Вселенной (чтобы сделать какие-то количественные оценки). По-видимому, эта возможная зависимость инертной массы тоже не может быть сильной (см. обсуждение принципа Маха в данной книге). Но в общем случае данный вопрос принципиально может быть решён только опытным путём. Ряд космологических проблем мог бы быть теоретически разрешен в предположении об ограниченности радиуса гравитационного взаимодействия [143], но проверить данную гипотезу пока не представляется возможным, так как эффект становится заметным только для астрономически больших расстояний. Так что теория гравитации находится почти в том же состоянии, в каком оставил её Ньютон. Эта область ждёт своего вдумчивого исследователя. Состояние дел в этой области достаточно чётко и с чувством юмора изложено в статье ‘Бирюльки и фитюльки всемирного тяготения’: <http://newfiz.info/grav-opus.htm> Здесь автор подметил странную вещь: почему такой "точный и ключевой" эксперимент, проведённый много столетий назад чуть ли не на деревянном оборудовании, не повторяют не то чтобы в каждой школе или ВУЗе, но даже в крупнейших мировых университетах или научных центрах? В общем, если почитаете данную работу именно с точки зрения критики, не пожалеете (а уж задумаетесь точно).

Несмотря на негласный запрет заниматься природой света, усилия, предпринимаемые в этом направлении, дают интересные плоды [147]. Здесь же мы лишь кратко упомянем другие дополнительные гипотезы, пытающиеся ответить на вопрос “что же представляет собой свет?” Постулирование корпускулярно-

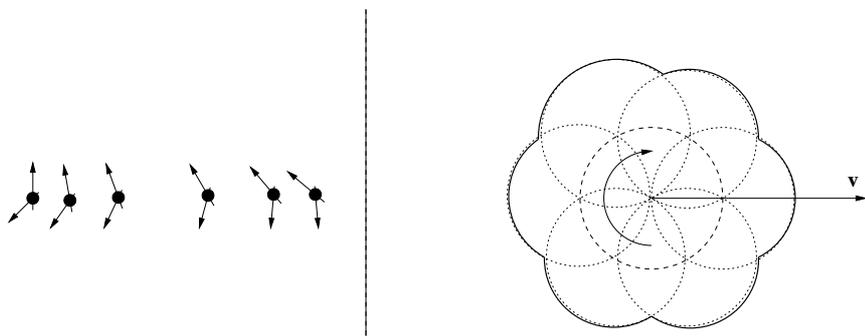


Рис. D.2: Модели света.

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 корпускулы, чем волны”, и сейчас актуально. Но свет может представлять собой и чистую волну или же быть чем-то промежуточным и обладать сложной внутренней структурой. Всё это позволяет строить различные модели света (Рис. D.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 шестерёнки”. При этом электромагнитное волновое воздействие на среду или прибор может быть связано с угловой частотой вращения “шестерёнки” и даже приводить к соотношению  $\lambda\nu = c = \text{constant}$ . Однако, такая локальная (внутри прибора) скорость света  $c$  может быть совершенно несвязанной со скоростью движения “шестерёнки” как целого (скоростью прохождения светом заданного пути в пространстве). В предположении о наличии собственного вращения фотона и классического закона сложения скоростей в [60] был получен эффект Доплера, сов-

падающий с релятивистским в пределах современной точности измерений (до второго порядка по  $v/c$ ). Даже по-поводу общепризнанных опытов Лебедева (о существовании давления света) у ряда исследователей есть сомнения: во-первых, почему-то некоторые кометы летят хвостом к Солнцу; во-вторых, оценки показывают крайнюю малость этого эффекта, а гораздо большую величину радиометрического эффекта. 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 проблемам в основаниях электродинамики [140]. Хотя в практическом плане достижения в области электродинамики действительно огромны, тем не менее гармонии в общепринятой теории не ощущается [20]. Многие куски теории выглядят искусственно “пристыкованными” друг к другу. По крайней мере в методическом плане здесь есть над чем поработать. Если исходить из верности дифференциальной формы уравнений Максвелла, то вместо силы Лоренца строго получается иное “замыкающее уравнение” [149] со своими интересными решениями. Мы ещё только кратко упомянем об интересной идее нового аксиоматического подхода к электродинамике [12], о существовании попыток возродить электродинамику Герца и обобщить силу Вебера [89]. 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. Более подробно о проблемах электродинамики можно прочитать в [140].

Невозможно обойти хотя бы кратким упоминанием эфирную тематику. К настоящему времени в эфирной концепции суще-

ствуует хорошо проработанный математический аппарат для решения многих фундаментальных вопросов [142]. Очевидно, что все эфирные теории являются теориями близкодействия и, вообще говоря, являются именно физическими теориями, пытающимися проникнуть вглубь вещей и понять причины и механизмы явлений (в отличие от псевдоматематического характера многих современных теорий). У эфирных теорий больше всего врагов (и среди высокообразованных полуматематиков-полуфизиков и среди бездумно верящих в околонуучную рекламу специалистов), требующих от этих теорий невозможного: сразу объяснить все существующие в мире явления (закрывая глаза на то, что ведь современные теории не только не объяснили все явления, но и имеют множество проблем и внутренних противоречий [139,140]). Теории эфира весьма разнообразны, даже перечислить всех авторов было бы сложно, поэтому просто приведём некоторые характерные примеры. Например, это и газовый эфир (В.А. Ацюковский; П.Д. Пруссов), и электрон-позитронный, или фотонный эфир (А.В. Рыков), и зернистый эфир (А.И. Заказчиков), и доменный эфир (К.А. Хайдаров), и разноимённо заряженный эфир (Ф.Ф. Горбачевич), и эфир, имеющий заряд одного знака (В.И. Миркин), и твёрдый эфир (Е.В. Гусев), и жидкий эфир (В.М. Антонов), и эфир, являющийся плотной сжимаемой невязкой средой (Н.А. Магницкий), и многие другие. Частицы самого эфира тоже могут быть и изотропными, и анизотропными, и нескольких сортов, и обладать рядом сложных свойств, и трансформироваться и т.п. Некоторые теории достаточно хорошо проработаны, какие же направления можно серьёзно анализировать? Очевидно, что только совокупность экспериментально **подтверждённых новых предсказаний** могла бы подтвердить или опровергнуть ту или иную микроскопическую теорию, или заставить отказаться от всех (ясно, что рекламируемые общепризнанной наукой опыты не могут рассматриваться как критические). А пока можно сделать следующие замечания по “внутренним” проблемам некоторых теорий. Если частицы эфира способны трансформироваться, то каков механизм самовосстанов-

ления и поддержания экспериментально верифицируемой идентичности и дискретности многих объектов нашего мира? Для частиц эфира, обладающих сложными свойствами, опять возникают проблемы объяснения этих свойств (их причин и механизмов возникновения и действия). Например, если мы рассматриваем частицы эфира, обладающие зарядами обоих знаков, то прежние нерешённые вопросы остаются: какие силы удерживают каждый заряд как единое целое, каков механизм притяжения зарядов противоположного знака (то есть вопросы опять переносятся на более глубокий уровень)? Почему заряды не нейтрализуются? и др. Если же эфир — это расталкивающиеся частицы одного знака, то почему наш мир не является чисто газовым (но он сконденсирован также в твёрдые и жидкие объекты)? Для твёрдого эфира главные “внутренние” вопросы — что удерживает это твёрдое образование вместе, и объяснить механизм движения сквозь него без торможения для совершенно различных по размерам и энергиям объектов от галактик до элементарных частиц (да, фотоны могут проходить через кристалл, а электроны двигаться в металле, но подобное происходит в твёрдом теле только для некоторых объектов и в ограниченном диапазоне энергий). Гипотезы настоящего Приложения упомянуты только для того, чтобы возбудить интерес читателя к самостоятельному размышлению.

## Заключение

*Я не сомневаюсь, что если бы истина, что три угла треугольника равны двум углам квадрата, противоречила чьему-либо праву на власть или интересам тех, кто уже обладает властью, то... учение геометрии было бы если и не оспариваемо, то вытеснено сожжением всех книг по геометрии.*  
(Томас Гоббс)

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. Пытаясь административно пресечь даже малейшие сомнения в теории относительности, один из академиков сравнил ее с таблицей умножения. По-видимому, если бы кто-то написал откровенную чушь, но в промежутке между абзацами поместил примеры из таблицы умножения, этот академик “с чи-

стой совестью” признал бы “теорию” истинной и призывал бы сомневающихся проверять “математические выкладки”. Но ведь физика это не “крючки” (независимо от их истинности), а то, как связано всё, что “вокруг крючков”, с окружающей реальностью. Именно физику и затрагивала данная книга. 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 анализирует 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 создаётся впечатление, что кто-то “поспорил на копейку”: можно ли обмануть всё человечество (и в первую очередь “потягаться мозгами” с “квалифицированными специалистами”). И это оказалось возможным даже в такой сравнительно точной области знаний как физика.

Ведь ещё А. Эйнштейн удивлялся, что всё, 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 путём закрепить своё положение навеки. Возьмём, 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 нашёлся “пуп 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 её историю не понимал никто, даже её создатель. Так ведь релятивисты с гордостью заявляют, что и не нужно её понимание (а только механическое запоминание и выполнение определённых процедур, так как понимание и наглядность – примитивны и ниже их достоинства). Фактически, из идеи сотворен очередной идол для служения (и жрецы уже есть при нём).

К сожалению, ситуацию с теорией относительности тяжело поправить с помощью отдельных публикаций. Даже если большинство учёных 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 ещё 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 учёных 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 кандидатские.

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

И последнее. Хотелось бы помечтать. Может ли что-то измениться в физическом сообществе в лучшую сторону? Сначала озвучим существующие проблемы. К сожалению, прошедший век привёл к значительному ухудшению культуры научных отношений. Если раньше учёные “никуда не торопились” и могли десятилетиями досконально изучать отдельные явления, оставляя нерешенные задачи потомкам (вспомним Ньютоновское “гипотез я не измышляю”), то прошедший век внёс свои коррективы. По-

явилось высокомерное отношение к понятиям, методам и идеям прошлого. В наш век, мол, почти всё 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 учёных 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 научную 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 учёные стремились сделать сложное явление более понятным, а не прикрывались за наукообразием (“этажность” формул должна соответствовать их значимости). Хотелось, чтобы учёные 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 ребёнка”. Хотелось, чтобы учёные готовы были признавать свои ошибки (нет ничего рокового ни в ошибках, ни в их признании) и искали ИСТИНУ в науке, а не боролись за своё 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 всё неверно” – не угадал? тогда “это всё 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 её 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 редактора 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 звёзды 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 расчётов и измерений скорости света**, (Наука, Москва, 1982).
- [8] А.И. Закаччиков, **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] **Проблемы пространства, времени, движения**, сборник трудов IV Международной конференции, т. I, Санкт-Петербург, 1997.
- [24] А. Пуанкаре, **О науке**, (Наука, Москва, 1983).
- [25] Г. Розенберг, “Скорость света в вакууме”, **Успехи Физических Наук**, **48**, 599-608, (1952).
- [26] И.В. Савельев, **Курс физики**, т. 1, (Наука, Москва, 1989).
- [27] И.В. Савельев, **Курс физики**, т. 3, (Наука, Москва, 1987).
- [28] В.Д. Савчук, **От теории относительности до классической механики**, (Феникс+, Дубна, 2001).
- [29] В.И. Секерин, **Теория относительности – мистификация века**, (Новосибирск, 1991).
- [30] Д.В. Сивухин, **Атомная и ядерная физика**, часть 1, (Наука, Москва, 1986).
- [31] Д.В. Сивухин, **Оптика**, (Наука, Москва, 1985).
- [32] Д.В. Сивухин, **Электричество**, (Наука, Москва, 1977).

- [33] Э. Тейлор, Дж. Уилер, **Физика пространства-времени**, (Мир, Москва, 1968).
- [34] В.А. Угаров, **Специальная теория относительности**, (Наука, Москва, 1969).
- [35] Р. Фейнман, Р. Лейтон, М. Сэндс, **Фейнмановские лекции по физике**, вып.2, (Мир, Москва, 1977).
- [36] **Физический энциклопедический словарь**, т. 2, (Советская Энциклопедия, Москва, 1962).
- [37] В.А. Фок, **Теория пространства, времени и тяготения**, (Физматгиз, Москва, 1989).
- [38] Н.У. Франкфурт, А.М. Френк, **Оптика движущихся тел**, (Наука, Москва, 1972).
- [39] Э. Шмутцер, **Теория относительности – современное представление**, (Мир, Москва, 1981).
- [40] Э.В. Шпольский, **Атомная физика**, (Наука, Москва, 1974).
- [41] А. Эйнштейн, **Собрание научных трудов**, (Наука, Москва, 1967).
- [42] **Эфирный ветер** (ред. В.А. Ацюковский), (Энергоатомиздат, Москва, 1993).

На английском языке:

- [43] A. Agathangelides, “The GLORY in Small Letters”, **Galilean Electrodynamics** **13**, Spec.Iss., 19-20 (2002).
- [44] A. Agathangelides, “The Sagnac Effect is Fundamental”, **Galilean Electrodynamics** **13**, 79-80 (2002).

- [45] 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).
- [46] G. Antoni and U. Bartocci, “A Simple Classical Interpretation of Fizeau’s Experiment”, **Apeiron** **8**, 139-145 (2001).
- [47] C. Antonopoulos, “A Bang into Nowhere: Comments on the Universe Expansion Theory”, **Apeiron** **10**, 40-68 (2003).
- [48] S.N. Arteha, “On the Basis for Special Relativity Theory”, **Galilean Electrodynamics** **14**, Special Issues 2, 23-28 (Fall 2003).
- [49] S.N. Arteha, “On Frequency-Dependent Light Speed”, **Galilean Electrodynamics** **15**, Special Issues 1, 3-8 (Spring 2004).
- [50] S.N. Arteha, “On Notions of Relativistic Kinematics”, **Galilean Electrodynamics** **16**, Special Issues 1, 9-13 (Spring 2005).
- [51] S.N. Arteha, “On the Basis for General Relativity Theory”, **Spacetime and Substance** **3**, N 5/15, 225-233 (2002).
- [52] S.N. Arteha, “Some Remarks to Relativistic Kinematics”, **Spacetime and Substance** **4**, N 3/18, 114-122 (2003).
- [53] S.N. Arteha, “On Notions of Relativistic Dynamics”, **Spacetime and Substance** **4**, N 4/19, 174-181 (2003).
- [54] S.N. Arteha, “Some Remarks to Relativistic Experiments”, **Spacetime and Substance** **4**, N 4/19, 188-192 (2003).
- [55] S.N. Arteha, “Critical Comments to Relativistic Dynamics”, **Spacetime and Substance** **4**, N 5/20, 216-224 (2003).
- [56] 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).

- [57] P. Beckmann, “Sagnac and Gravitation”, **Galilean Electrodynamics** **3**, 9-12 (1992).
- [58] S. Bertram, “The Lorentz Transform”, **Galilean Electrodynamics** **6**, 100 (1995).
- [59] 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).
- [60] L.B. Boldyreva and N.B. Sotina, “The Possibility of Developing a Theory of Light Without Special Relativity”, **Galilean Electrodynamics** **13**, 103-107 (2002).
- [61] A. Brillet and J.L. Hall, “Improved Laser Test of the Isotropy of Space”, **Phys. Rev. Lett.** **42**, 549-552 (1979).
- [62] R.T. Cahill and K. Kitto, “Michelson-Morley Experiment Revisited and the Cosmic Background Radiation Preferred Frame”, **Apeiron** **10**, 104-117 (2003).
- [63] J.O. Campbell, “Black Holes – Fact or Fiction?”, **Apeiron** **5**, 151-156 (1998).
- [64] J.P. Claybourne, “Why an Ether is Positively Necessary and a Candidate for the Job”, **Galilean Electrodynamics** **4**, 38-39 (1993).
- [65] J.P. Claybourne, “The Reciprocity of Einstein’s Special Relativity Theory”, **Galilean Electrodynamics** **3**, 68-71 (1992).
- [66] D.M. Drury, “Lorentz’s Galilean-Invariant Form of Maxwell’s Equations in Free Space”, **Galilean Electrodynamics** **3**, 50-56 (1992).
- [67] 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).
- [68] T.V. Flandern, “On the Speed of Gravity”, **Galilean Electrodynamics** **4**, 35-37 (1993).
- [69] T.V. Flandern, “What the Global Positioning System Tells Us about the Twin’s Paradox”, **Apeiron** **10**, 69-86 (2003).
- [70] T.V. Flandern, “The Top 30 Problems with the Big Bang”, **Apeiron** **9**, 72-90 (2002).
- [71] 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).
- [72] Yu.M. Galaev, “Etheral Wind in Experience of Millimetric Radiowaves Propagation”, **Spacetime and Substance** **2**, N 5/10, 211-225 (2001).
- [73] 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).
- [74] G. Galeczki, “Physical Laws and the Theory of Special Relativity”, **Apeiron** **1**, 26-31 (1994).
- [75] G. Galeczki and P. Marquardt, “A Non-expanding, Non-relativistic Universe”, **Apeiron** **3**, 108-113 (1996).
- [76] Jo. Guala-Valverde, “The Identity of Gravitational Mass/Inertial Mass. A Source of Misunderstandings”, **Spacetime and Substance** **2**, N 1/6, 42-43 (2001).
- [77] R.R. Hatch, “Relativity and GPS-II”, **Galilean Electrodynamics** **6**, 73-78 (1995).
- [78] R.R. Hatch, “In Search of an Ether Drift”, **Galilean Electrodynamics** **13**, 3-8 (2002).

- [79] H.C. Hayden, "Is the Velocity of Light Isotropic in the Frame of the Rotating Earth", **Physics Essays** **4**, 361-367 (1991).
- [80] H.C. Hayden, "Stellar Aberration", **Galilean Electrodynamics** **4**, 89-92 (1993).
- [81] J.P. Hsü, L. Hsü, "A Physical Theory Based Solely on the First Postulate of Relativity", **Phys. Let.A** **196**, 1-6 (1994).
- [82] P. Huber and T. Jaakkola, "The Static Universe of Walther Nernst", **Apeiron** **2**, 53-57 (1995).
- [83] 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).
- [84] Ph.M. Kanarev, "Photon Model", **Galilean Electrodynamics** **14**, Spec.Iss., 3-7 (2003).
- [85] A.L. Kholmetskii, "Is the Theory of Relativity Self-consistent?", **Apeiron** **8**, 74-83 (2001).
- [86] 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).
- [87] P.S. Laplace, **Mechanique Celeste**, english transl. reprinted by Chelsea Publ., (New York, 1966).
- [88] R.B. Lindsay, **Theoretical Physics**, (Dover Publications, New York, 1969).
- [89] Ch.W. Lucas and J.C. Lucas, "Weber's Force Law for Finite-Size Elastic Particles", **Galilean Electrodynamics** **14**, 3-10 (2003).
- [90] S. Marinov, **Czech.J.Phys.** **24**, 965 (1974).
- [91] S. Marinov, **Gen.Rel.Grav.** **12**, 57 (1980).

- [92] P. Marmet, "GPS and the Illusion of Constant Light Speed", **Galilean Electrodynamics** **14**, 23-30 (2003).
- [93] A. Martin, "Light Signals in Galilean Relativity", **Apeiron** **1**, N 18, 20-25 (1994).
- [94] F.F. Michelson, F.G. Pease and F. Pearson, "Repetition of the Michelson-Morley Experiment", **J.Opt.Soc.Amer.** **18**, 181-182 (1929).
- [95] D.C. Miller, "The Ether-Drift Experiment and the Determination of the Absolute Motion of the Earth", **Revs. Mod. Phys.** **5**, 203-242 (1933).
- [96] C.I. Mocanu, "Is Thomas Rotation a Paradox?", **Apeiron** **1**, N 16, 1-7 (1993).
- [97] H. Montanus, "Special Relativity in an Absolute Euclidean Space-Time", **Physics Essays** **4**, 350-356 (1991).
- [98] H.A. Munera, "Michelson-Morley Experiments Revisited: Systematic Errors, Consistency Among Different Experiments, and Compatibility with Absolute Space", **Apeiron** **5**, 37-53 (1998).
- [99] U. Nascimento, "On the Trail of Fresnel's Search for an Ether Wind", **Apeiron** **5**, 181-192 (1998).
- [100] M.M. Novak, "The Effect of a Non-Linear Medium on Electromagnetic Waves", **Fortsch. Phys.** **37**, 125-159 (1989).
- [101] H.A. Papazian, "On the Mass of the Photon", **Galilean Electrodynamics** **4**, 75-77 (1993).
- [102] B.I. Peshchevitskiy, "Relativity Theory: Alternative or Fiasco", **Galilean Electrodynamics** **3**, 103-105 (1992).
- [103] P. Pogany, "Uber die Wiederholung des Haress-Sagnaschen Versuches", **Annalen der Physik** **385**, Iss. 11, pp. 217-231 (1926).

- [104] R. Prasad, "A Non-Riemannian Universe", **Apeiron** **3**, 113-116 (1996).
- [105] C.E. Renshaw, "The Radiation Continuum Model of Light and the Galilean Invariance of Maxwell's Equations", **Galilean Electrodynamics** **7**, 13-20 (1996).
- [106] W. Rindler, **American Journal of Physics** **29**, 365 (1961).
- [107] H. Robertson, "Postulate Versus Observation in the Special Theory of Relativity", **Rev.Mod.Phys.** **21**, 378-382 (1949).
- [108] W.A. Rodrigues, Jr. and J. Tiomno, "On Experiments to Detect Possible Failures of Relativity Theory", **Found. Phys.** **15**, 945-961 (1985).
- [109] 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).
- [110] S.A. Sannikov-Proskuryakov, M.J.T.F. Cabbolet, "Non-Einsteinian Theory of Gravity", **Spacetime and Substance** **4**, N 1/16, - (2003).
- [111] Xu Shaozhi, Xu Xiangqun, "A Reexamination of the Lorentz Transformation", **Galilean Electrodynamics** **3**, N 1 (1992).
- [112] Xu Shaozhi and Xu Xiangqun, "On the Relativity of Simultaneity", **Apeiron** **1**, N 16, 8-11 (1993).
- [113] Ch.W. Sherwin, "Measurement of the One-Way Speed of Light", **Galilean Electrodynamics** **13**, 9-13 (2002).
- [114] E.I. Shtyrkov, "Time Evolution of Vacuum Parameters as the Bases for a Cosmological Model", **Galilean Electrodynamics** **8**, 57-60 (1997).
- [115] E.W. Silvertooth, **Specul.Sc. and Technol.** **10**, 3 (1986).

- [116] 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).
- [117] T. Theodorsen, "Relativity and Classical Physics", **Galilean Electrodynamics** 6, 63-72 (1995).
- [118] S.A. Tolchelnikova-Murri, "The Doppler Observations of Venus Contradict the SRT", **Galilean Electrodynamics** 4, 3-6 (1993).
- [119] D.G. Torr and P. Kolen, "Misconceptions in Recent Papers on Special Relativity and Absolute Space Theories", **Found. Phys.** 12, 265-284 (1982).
- [120] K.C. Turner, H.A. Hill, **Bull.Amer.Phys.Soc.** 8, 28 (1963).
- [121] A.P. Volchenko, "About the new Approach to Construction of the Special Relativity", **Spacetime and Substance** 1, N 3/3, 130-134 (2000).
- [122] Zh.Y. Wang, "Failure of the Relativistic Energy-Momentum Relation for Photons in Media", **Galilean Electrodynamics** 14, 56 (2003).
- [123] C.K. Whitney, "Finding Absolution for Special Relativity Theory", **Galilean Electrodynamics** 7, 23-29 (1996).
- [124] C.K. Whitney, "The Twins, the Mesons, and the Paradox", **Apeiron** 4, 104-109 (1997).
- [125] E.T. Whittaker, **A History of the Theories of Aether & Electricity** (Longman, Green and Co., London, 1910).
- [126] 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).
- [127] W.F. Wolff, "A Modified Newtonian Treatment of Gravity", **Galilean Electrodynamics** 13, 55-58 (2002).

- [128] Y.-G. Yi, "On the Nature of Relativistic Phenomena", **Apeiron** **6**, 205-216 (1999).
- [129] N.A. Zhuck, "The Cosmic Microwave Background as Aggregate Radiation of all Stars", **Spacetime and Substance** **1**, N 1/1, 29-34 (2000).
- [130] N.A. Zhuck, "New Concepts about the Universe and its Laws", **Spacetime and Substance** **1**, N 3/3, 98-104 (2000).
- [131] N.A. Zhuck, "Modern Concepts of Space, Time and Boundedness of Lorentz Transformation Laws", **Spacetime and Substance** **4**, N 1/16, 1-6 (2003).

Литература, добавленная к 3-му изданию:

- [132] О.Е. Акимов, **Естествознание: курс лекций**, (ЮНИТИ-ДАНА, Москва, 2001, 639 стр.).
- [133] С.Н. Артеха, **Критика основ теории относительности**, (Эдиториал УРСС, Москва, 2004), (Издательство ЛКИ, Москва 2007).
- [134] С.Н. Артеха, "О парадоксах релятивистской кинематики", **Труды Конгресса-2004 "Фундаментальные проблемы естествознания и техники"**, серия "Проблемы исследования Вселенной", выпуск **28**, Санкт-Петербург, 2004, с. 24-37.
- [135] С.Н. Артеха, "Критика релятивистской динамики", **Труды Конгресса-2004 "Фундаментальные проблемы естествознания и техники"**, серия "Проблемы исследования Вселенной", выпуск **28**, Санкт-Петербург, 2004, с. 38-51.
- [136] С.Н. Артеха, "О некоторых парадоксах теории относительности", **Материалы VIII Международной научной**

- конференции **“Пространство, Время, Тяготение”**, 16-20 августа 2004 г., СПб.: “ТЕССА”, 2005, с. 7-18.
- [137] С.Н. Артеха, “Критика некоторых аспектов теории относительности”, **Сборник трудов IX МНК “Пространство, Время, Тяготение”**, ТЕССА, Санкт-Петербург, 2007, с. 7-17.
- [138] С.Н. Артеха, “О соотношении классической и релятивистской механики”, **Международная конференция “Седьмые Окуневские чтения”**. 20-24 июня 2011 г., Санкт-Петербург: Материалы докладов Балт.гос.техн.ун-т, - Спб, 2011, с. 29-30.
- [139] С.Н. Артеха, **Основания физики (критический взгляд): Квантовая механика**, (М: ЛЕНАНД, 2015, 208 с.).
- [140] С.Н. Артеха, **Основания физики (критический взгляд): Электродинамика**, (М: ЛЕНАНД, 2015, 208 с.).
- [141] Л. Бриллюэн, **Новый взгляд на теорию относительности**, (Мир, Москва, 1972).
- [142] В.Л. Бычков, Ф.С. Зайцев, **Математическое моделирование электромагнитных и гравитационных явлений по методологии механики сплошной среды**, (М.:Макс Пресс, 2016.).
- [143] Н.А. Жук, **Космология**, (ООО “Модель Вселенной”, Харьков, 2000).
- [144] Е.Б. Ключин, **Лекции по физике, прочитанные самому себе**, (Издательство “Бумажная Галерея”, Москва, 2005).

- [145] Т.А. Лебедев, **О некоторых дискуссионных вопросах современной физики**, (Ленинградский политехнический институт, 1955).
- [146] К.В. Мануйлов, “Критический анализ работы А. Эйнштейна "Объяснение движения перигелия Меркурия в общей теории относительности”, **Материалы VIII Международной научной конференции “Пространство, Время, Тяготение”**, 16-20 августа 2004 г., СПб.: “ТЕССА”, 2005, с.403-429.
- [147] Б.М. Моисеев, **Физическая модель светового кванта**, (М.: Книжный дом “ЛИБРОКОМ”, 2011, 80с.).
- [148] Ю.И. Петров, **Парадоксы фундаментальных представлений физики**, (М.: URSS, 2012, 336с., Изд.2).
- [149] И.И. Смутьский, **Теория взаимодействия**, (Издательство Новосибирского университета, НИЦ ОИГГМ СО РАН, Новосибирск, 1999).
- [150] Р.В. Фёдоров, **Физика: кризисные проблемы, новые начала**, (Черновцы: Прут, 2005, 400с.).
- [151] Р.В. Фёдоров, **Диалог о физике движения**, (Черновцы: Прут, 2008).
- [152] S.N. Arteha, “Critical Remarks to the Relativity Theory”, **Spacetime and Substance** 6, N 1/26, 14-20 (2005).
- [153] S.N. Arteha, “On classical physics without relativity”, Abstracts, **13th Annual Conference of the Natural Philosophy Alliance (NPA)**, 3-7 April 2006, University of Tulsa; see also: Natural Philosophy Alliance, Newsletter, v. 12, N 2, July 2006, p.4.
- [154] S. Artekha, A. Chubykalo, A. Espinoza, “Some of the complexities in the special relativity: new paradoxes”,

- Physical Science International Journal**, 2016; **11(1)**: 1-15. DOI: 10.9734/PSIJ/2016/26788.
- [155] S.N. Artekha, A. Chubykalo, A. Espinoza, (2017) “On the Question of the Invariance of the Light Speed”, **Journal of Modern Physics**, **8**, 1213-1233. doi: 10.4236/jmp.2017.88080.
- [156] P. Beckmann, **Einstein plus two**, (Golem Press, 1987).
- [157] O.D. Jefimenko, **Causality, electromagnetic induction and gravitation. A different approach to the theory of electromagnetic and gravitational fields**, (2nd Edition, Electret Scientific Company, Star City, 2000).
- [158] N.D. Mermin, **Amer. J. Phys.**, 1984, **52**, No 2, p. 119.
- [159] Ya. Terletskii, **Paradoxes in the Theory of Relativity**, (Springer, NY, 1968).

# Предметный указатель

- Аберрация 85,144,151,178,248,  
Аннигиляция пар 195,206,253  
“Большой взрыв” 100,129,131  
Время  
    единицы измерения 49  
    жизни мюонов 144  
    Ньютоновское 18,94,133  
    необратимость 43,72  
    собственное 43,246  
    установка абсолютного  
        44,92  
    синхронизация  
        Эйнштейна 46, 48, 73,  
            142, 245  
        в ОТО 111  
        удалённым источником  
            32,49,113,117  
Гравитационная  
    волна 102,125  
    постоянная 110,126,130  
Доплера эффект 53,141, 154,  
    170, 248,257,263  
    для сферических волн 155,  
    157, 159  
Задачи  
    скольжение стержня 66  
    поворот стержня 68  
Импульс 179,186,187,214  
    закон сохранения 102, 125,  
        199, 207, 211, 215, 222  
    момент 215  
        закон сохранения 102  
        фотона 202,206,225  
Интервал 56, 61, 71, 89, 187,  
    244, 246  
Керра метрика 124  
Комптона эффект 129,217,255  
Красное смещение 128,249  
Максвелла уравнения 54, 55,  
    188, 243  
    инвариантность 83,189  
Масса  
    гравитационная 110  
    закон сохранения 206  
    инертная 110,130  
    определение 179  
    продольная 181  
    поперечная 181  
    фотона 195,202,206,226,243  
    центр масс 102,180,225  
    эквивалентность 110  
Некоммутативность 74  
Опыт  
    Айвса-Стилуэла 154, 159

- Кеннеди-Торндайка  
136,153,159
- Майкельсона-Морли 136,  
139, 142, 153, 159, 163
- мысленный  
44,50,53,135,150
- Паунда и Ребки 115,163,165
- Саньяка 148,165
- Физо 144
- Хефеля-Киттинга 115,165
- Отклонение луча 110,119
- Парадокс  
антиподов 34  
близнецов 21,21,44  
модифицированный  
25,112  
п близнецов 28  
весов 75  
времени 32  
гравитационный 128  
креста 61  
нелокальности 83  
одногодок 25  
пешеходов 70  
рамки с током 87  
расстояний 63  
рычага 216  
центра масс 180  
фотометрический Ольбер-  
са 128,249
- Преобразования  
Галилея 94,188  
Лоренца 32,56,65,71,72,74,  
77, 78, 79,80,83,88, 94,  
159, 191,197,246
- Принцип  
относительности Галилея  
36,91,138,142,152,153,208  
относительности  
в ТО 36,83,90, 95, 100,  
126,138, 140, 160, 161,  
177  
геометризации 99,259  
эквивалентности 99, 108,  
112, 113, 165  
ковариантности 101,102  
Маха 130  
Ферма 106
- Пространство  
геометрия треугольника  
106  
геометрия окружности  
63,103  
Ньютоновское  
18,83,92,94,133  
однородность 94  
Ритца гипотеза 145
- Свет  
давление 202,225  
скорость 47,89,102,119,136,  
140, 141, 151, 170, 244  
как эталон 90
- Сила  
в ОТО 124,127,129  
в СТО 175,182,187,206  
Лоренца 182,214,227  
преобразование  
184,185,198,199  
торможения излучением  
215

- центробежная 34,133
- Система
  - инерциальная 46, 72, 77, 79, 80, 93, 95, 109, 144,160
  - “почти” 150,160
  - неинерциальная 36, 63, 79, 103, 107, 108, 111, 148, 160, 165, 186, 197
- Смещение перигелия 118, 120, 126, 165
- Спин 204,204
- Томаса прецессия 80,203
- Френеля коэффициент увлечения 143,153,162
- Центр инерции 193
- Чёрная дыра 122,123
- Шварцшильда решение 124
- Энергия 186
  - единицы измерения 186
  - закон сохранения 102,125, 199,207,211,214, 222
  - связь с массой 176, 193, 195, 201
- Эфир 95, 136, 138, 140, 141, 143, 144, 150, 154, 160, 161, 171